

**Bc. Ivana Kurpelová**

# **Návrh řetězového dopravníku s plastovými unašeči**

## **Design of a Chain Conveyor with Plastic Carriers**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce:  
Ing. Tomáš Hapla  
Ostrava 2021**

**Bibliografický záznam**

Autor: Bc. Ivana Kurpelová, KUR0150

Název práce: Návrh řetězového dopravníku s plastovými unašeči

Studijní program: B2341 Strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Hapla

Akademický rok: 2020/2021

Počet stran: 43

Klíčová slova: doprava materiálu, řetěz, dopravník, řetězový dopravník, unašeč, ozubené kolo, řetězka, článek řetězu

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KURPELOVÁ, Ivana. *Návrh řetězového dopravníku s plastovými unašeči*. Ostrava, 2021. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Fakulta strojní. Katedra konstruování. Vedoucí práce Tomáš Hapla.

Bakalářská práce se zabývá návrhem řetězového dopravníku. V úvodní části je provedeno teoretické rozdělení způsobů manipulace s materiálem podle různých kritérií a popsány základní druhy přepravy materiálu. Řetězové dopravníky a převody jsou rozepsány podrobněji, je provedeno rozdělení řetězů a popsány základní principy návrhu řetězového převodu. Na základě požadovaného zatížení je v práci navržen a zkontrolován vhodný řetězový převod, který byl poté použit při samotném návrhu dopravníku. Součástí práce je výkresová dokumentace navrženého dopravníku, jedná se o výrobní výkresy vyráběných součástí a výkresy jednotlivých sestav.

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KURPELOVÁ, Ivana. *Design of a Chain Conveyor with Plastic Carriers*. Ostrava, 2021. Bachelor Thesis. VŠB – Technical University of Ostrava. Faculty of Mechanical Engineering. Department of Machine and Industrial Design. Thesis head: Tomáš Hapla.

Bachelor thesis' topic is design of a chain conveyor. Theoretical classification of types of manipulation with materials from several points of view is done in the introduction section of the thesis. Chain conveyors and drives are described more thoroughly, chains are classified and basic principles of chain drive design are laid out. For required load thesis proposes and performs a check of a suitable chain drive which is then used in the conveyor design. Part of the thesis is the drawing documentation which is composed of production and assembly drawings.

## Obsah

1	Úvod .....	7
2	Manipulace s materiálem .....	8
3	Nejběžnější způsoby manipulace s materiálem různého stavu .....	11
3.1	Manipulace se sypkým materiálem .....	11
3.2	Manipulace se sypkým i kusovým materiálem .....	12
3.3	Manipulace s kusovým materiálem – nepřetržitě pracující dopravníky .....	15
3.4	Manipulace s kusovým materiálem – přetržitě pracující dopravníky .....	16
4	Článekové dopravníky .....	17
4.1	Řetězy .....	19
4.1.1	Válečkové a pouzdrové řetězy .....	20
4.1.2	Další typy řetězů .....	22
4.2	Řetězové převody .....	23
5	Určení typu a velikosti převodového řetězu .....	26
5.1	Určení motoru .....	26
5.2	Kontrola řetězu .....	28
5.3	Výpočet roztečných průměrů kol .....	29
5.4	Pevnostní kontrola řetězu .....	30
5.4.1	Kontrola proti přetržení řetězu .....	30
5.4.2	Kontrola měrného tlaku v kloubu řetězu .....	31
5.5	Stanovení počtu článků a délky řetězu .....	31
6	Návrh hnací řetězky pastorku .....	32
6.1	Tvar zubové mezery .....	32
6.2	Profil boku zubu .....	34
6.3	Návrh těsného pera .....	35
7	Návrh dopravníku .....	36
7.1	Plastové unašeče .....	36
7.2	Kluzná vedení .....	37
7.3	Rám .....	37
7.4	Napínání řetězu .....	38
8	Závěr .....	39
9	Použité zdroje .....	40

## Seznam použitých značek a symbolů

Značka nebo symbol	Význam značky nebo symbolu	Jednotka
$\alpha$	úhel otevření	°
$\vartheta$	úhel pootočení	°
$\lambda$	činitel tření	-
$\mu$	činitel mazání	-
$\pi$	Ludolfovo číslo	-
$\rho$	činitel vzdálenosti os	-
$\varphi$	činitel provedení řetězu	-
$\kappa$	činitel výkonu	-
$A$	osová vzdálenost	mm
$b_a$	zaoblení zubu	mm
$b_{f1}$	šířka zubu jednořadého ozubeného kola	mm
$b_p$	šířka pera	mm
$d$	průměr roztečné kružnice	mm
$d_1$	průměr válečku	mm
$d_a$	průměr hlavové kružnice	mm
$d_f$	průměr patní kružnice	mm
$d_g$	průměr věnce	mm
$f$	rozdíl poloměrů roztečné kružnice a věnce	mm
$F_1$	výsledná tahová síla	N
$F_C$	odstředivá tahová síla	N
$F_m$	tahová síla od hmotnosti	N
$F_O$	obvodová síla	N
$F_{pt}$	síla při přetržení řetězu	N
$f_r$	součinitel tření	-
$F_S$	součinitel provozu	-
$F_v$	součinitel rychlosti	-
$g$	tíhové zrychlení	m·s <sup>-2</sup>
$h_p$	výška pera	mm
$i$	převodový poměr	-
$k_D$	dynamická bezpečnost	-
$k_S$	statická bezpečnost	-
$L$	délka řetězu	mm
$l$	délka těsného pera	mm
$M$	součinitel mazání	-
$M_k$	krouticí moment	Nm
$m_n$	hmotnost nákladu	kg
$m_{\tilde{r}}$	hmotnost řetězu	kg
$n$	otáčky	s <sup>-1</sup>

$P$	výkon motoru	kW
$p$	směrný tlak v kloubu	MPa
$P_D$	diagramový výkon	kW
$p_D$	dovolený tlak	MPa
$P'_D$	korigovaný výkon	kW
$q$	jednotková hmotnost	kg·m <sup>-1</sup>
$r_e$	poloměr boku zubu	mm
$r_i$	poloměr dna zubní mezery	mm
$r_x$	poloměr zaoblení zubu	mm
$S$	plocha kloubu	cm <sup>2</sup>
$t$	rozteč řetězu	mm
$T$	tažná síla	N
$t_1$	hloubka drážky v náboji	mm
$t_h$	hloubka drážky v hřídeli	mm
$v$	obvodová rychlost	m·s <sup>-1</sup>
$X$	počet článků řetězu	-
$Y$	činitel rázu	-
$z$	počet zubů řetězového kola	-
$z_1$	počet zubů hnací řetězky	-

# 1 Úvod

Cílem této práce je zpracování rešerše na téma řetězových dopravníků, která bude doplněna o praktickou část s provedením výpočtu a předložením návrhu řetězového dopravníku pro průmyslovou praxi.

Práce ukáže základní rozdělení prostředků určených pro manipulaci s materiálem a podrobnější rozdělení dopravních zařízení podle různých používaných hledisek. Jednotlivé základní druhy dopravních zařízení budou stručně popsány, řetězové dopravníky jakožto téma práce budou rozvedeny podrobněji a bude jim věnována samostatná kapitola. Zde budou popsány základní části a vlastnosti řetězových dopravníků, práce seznámí s různými druhy řetězů a jejich použitím, představí základní informace ohledně řetězových převodů a předloží základní požadavky při jejich navrhování. Řetězové převody budou podrobněji rozvedeny až v navazující praktické části bakalářské práce.

Názvosloví je převzato z příslušné normy, v některých případech se může lišit od běžně užívaných výrazů, například závěsový dopravník se v praxi označuje jako podvěsný; jako článkový řetěz se v praxi označuje svařovaný řetěz, přestože technicky je článkový každý řetěz ze své podstaty. Použité zdroje jsou již poměrně staré, více než 30 let, normy jsou však stále platné a i novější literatura využívá informací ze starších děl, v práci jsou proto použity tyto starší primární prameny, z nichž čerpají i autoři současných učebnic.

V praktické části práce bude proveden výpočet řetězového převodu (volba řetězu, návrh kola) dopravníku, dopravník pro kusové profily bude namodelován včetně unášecích lůžek pro jednotlivé profily (přišroubovány k řetězovým unašečům) a k práci budou přiloženy výrobní výkresy a budou specifikovány nakupované díly, potřebné k zhotovení dopravníku. Dopravník bude přepravovat jednotlivé profily mezi sekcemi děrovací linky, do nichž bude vyzdvihován samostatnými pneumatickými zvedáky. Profily budou na dopravník přiváděny z válečkového dopravníku robotickým manipulátorem a odváděny skluzem.

## 2 Manipulace s materiálem

[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

Rozdělení zařízení a prostředků užívaných v manipulaci s materiálem určuje norma ČSN 26 0002 takto:

- Zdvihací zařízení (jeřáby, mechanismy zdvihací, výtahy)
- Dopravní zařízení
- Zařízení pro operační a meziperační manipulaci (průmyslové roboty a manipulátory)
- Zařízení pro ložné operace (rýpadla, stroje a zařízení pro zemní, stavební a silniční práce)
- Přepravní prostředky (palety, kontejnery a další obaly)
- Skladovací zařízení
- Zařízení pro úpravu materiálu k manipulaci (váhy, plicí a balicí stroje, transportní zařízení)
- Dopravní prostředky (vozíky, přívěsy a návěsy, nákladní automobily, kolejová vozidla, letadla a lodě)

Předmětem práce je řetězový dopravník, jenž spadá pod dopravní zařízení, proto budou tato rozepsána podrobněji.

**Dopravní zařízení** je zařízení určené k přemísťování nákladu přivedného na zařízení jiným mechanismem nebo ručně. Podstatná část zařízení je v klidu, pohybuje se náklad a část zařízení – unášecí prostředek. Při přemísťování se obvykle nemění jeho fyzikální vlastnosti a struktura.

Manipulovaný materiál rozdělujeme podle skupenství na tuhý, kapalný a plyný, podle přípravy k přepravě na jednotlivé kusy, manipulační jednotky a volně ložený materiál. Dále třídíme podle fyzikálních znaků, jako jsou rozměry, hmotnost, tvar, stav nebo nebezpečí poškození. Lze jej dělit i podle dalších znaků, jako množství, periodicitu provozu nebo zvláštnosti přepravovaného materiálu.

Samotné manipulační prostředky klasifikujeme z různých hledisek:

- vázanost na dráze pohybu
  - s pohybem na volné dráze
  - s pohybem na vázané dráze
  - s pohybem nezávislým na dráze
- časová spojitost práce
  - kontinuální pracující zařízení
  - cyklicky pracující zařízení
- silové působení na přepravovaný materiál
  - gravitační přenos sil
  - mechanický přenos sil
  - doprava v pomocném médiu
- stav přepravovaného materiálu
  - sypký
  - kusový
  - kapalina
  - plyn



Jako **dopravník** se označuje dopravní zařízení pro dopravu nákladů, může být **stabilní** (trvale připojený k základu bez možnosti změny místa jako celku bez demontáže) nebo **přemístitelný** (konstrukčně uzpůsobený pro změnu místa jako celku bez demontáže). Přemístitelný dopravník konstrukčně uzpůsobený pro změnu místa na vlastním podvozku je dopravník **pojízdný**, může být pojízdný **podélně** (pojízďející ve směru osy pohybu nákladu), **příčně** (pojízďející ve směru kolmém na osu pohybu nákladu). Přemístitelný dopravník konstrukčně uzpůsobený pro změnu místa pouhým smýkáním po terénu nebo podlaze je dopravník **přesuvný**, pro změnu místa přenášením potom **přenosný**.



Obr. 1 – konkávní dopravník [6]



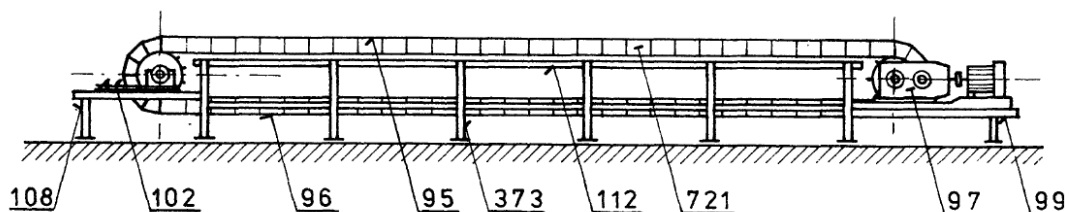
Obr. 2 – konvexní dopravník [5]

**Vodorovný** dopravník dopravuje náklad ve vodorovné rovině, **šikmý** dopravník dopravuje náklad šikmo vzhůru, vzhledem k vodorovné rovině, za **strmý** dopravník se označuje šikmý dopravník se sklonem větším než je úhel skluzu nákladu. **Úpadní** dopravník má záporný sklon od vodorovné roviny a přepravuje náklad směrem dolů. Vodorovný nebo šikmý dopravník, u kterého spojnice os poháněcího a vratného (napínacího) bubnu je přímka, se označuje jako **přímý** dopravník, u **konvexního** dopravníku je přechod mezi vodorovnou a šikmou částí, popřípadě mezi částmi s různým sklonem, proveden ve tvaru vypouklé (konvexní) křivky, u **konkávního** dopravníku je proveden ve tvaru vydaté (konkávní) křivky.

**Unášecí prostředek** je část dopravníku, která se pohybuje s nákladem, přenáší zatížení od nákladu do nosné konstrukce a předává nákladu energii potřebnou k pohybu (dopravní pás, řetěz), energii z pohonu na unášecí prostředek předává **tažný prostředek**. **Vodící prostředek** usměrňuje pohyb nákladu bez přenášení jeho gravitačních sil do nosné konstrukce (postranní vedení článkových dopravníků), **nosný prostředek** přenáší zatížení od nákladu do nosné konstrukce, případně též usměrňuje pohyb nákladu. **Nosná větev** je část unášecího prostředku zatížená nákladem mezi poháněcí a vratnou stanicí dopravníku, **vratná větev** je část unášecího prostředku nezatížená nákladem mezi poháněcí a vratnou stanicí dopravníku.

Konstrukční prvek (buben, ořech, turas, řetězka), který převádí krouticí moment ze zdroje energie na tažný nebo unášecí prostředek dopravníku, se označuje jako **poháněcí orgán**, **napínacím orgánem** je myšlen konstrukční prvek, který na tažný nebo unášecí prostředek převádí napínací sílu, **obváděcím orgánem** konstrukční prvek, který mění směr pohybu tažného nebo unášecího prostředku. Soubor

konstrukčních prvků potřebných pro změnu smyslu pohybu unášecího nebo tažného prostředku tvoří **vratnou stanici**.



95 nosná větev  
96 vratná větev  
97 pohon

99 poháněcí stanice  
102 napínání šroubem  
108 napínací stanice

112 nosná konstrukce  
373 podpěra  
721 dopravní pás

Obr. 3 – schema dopravníku [2]

Mechanismu vyvozujícímu napínací sílu nebo funkci mechanismu, který vyvozuje napínací sílu, se říká **napínání**. Napínací síla bývá vyvozena pomocí šroubu, závaží, vrátku, pružiny nebo také automaticky, kdy napínání samočinně vyrovnává změnu velikosti potřebné napínací síly. Vzdálenost mezi krajními polohami osy napínacího orgánu (bubnu, kladky, řetězky apod.) se označuje jako **napínací délka**.

Zjednodušeně lze dopravní zařízení rozdělit podle způsobu přepravy materiálu:

- dopravníky
  - s tažným prvkem
    - pásové dopravníky
    - lanopásové dopravníky
    - řetězové dopravníky
    - korečkové elevátory
    - podvěsné dopravníky
  - bez tažného prvku
    - šnekové dopravníky
    - vibrační dopravníky
- dopravní tratě
  - poháněné
  - nepoháněné
- doprava vlastní tíhou
  - skluzy přímé
  - skluzy šroubovicové
- doprava v potrubí
  - hydraulická
  - pneumatická

### 3 Nejběžnější způsoby manipulace s materiálem různého stavu

#### 3.1 Manipulace se sypkým materiálem

[2], [3], [7], [8], [9], [10]

##### Vibrační dopravníky – třasadla

Vibrační dopravníky využívají k přemísťování materiálu setrvačnou sílu dopravovaného materiálu. Žlab, nejčastěji obdélníkového nebo půlkruhového průřezu, je pružně uložen na základu dopravníku. Kmitání dopravníku má za následek přesouvání materiálu ve žlabu buď klouzáním nebo nadskakováním. Ve strojírenské výrobě se vibrační dopravníky používají k dopravě písků, formovacích hmot, třísek a k dopravě drobných kolíků a výlisků do zásobníků automatů



Obr. 4 – třasadlo [8]

##### Šnekové dopravníky

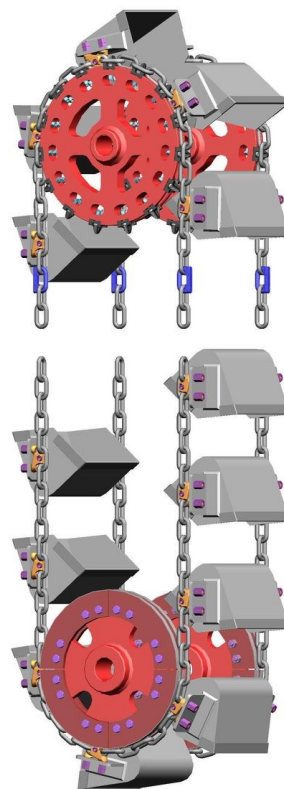
Šnekové dopravníky přemísťují materiál pomocí otáčejícího se šroubu (šneku), dopravovaný materiál je ve žlabu posouván rotujícím šnekem. Šnek se skládá z hřídele a šroubovice. Plná, obvodová nebo lopatková šroubovice bývá přivařená na plném nebo trubkovém hřídeli. Výhodou šnekových dopravníků je jednoduchá konstrukce, malé prostorové nároky a možnost začlenění do automatických výrobních linek. Používají se pro vodorovnou, šikmou a výjimečně i svislou dopravu materiálu. Jsou vhodné pro dopravu prašného, zrnitého i drobně kusového materiálu. Mohou plnit zároveň i technologické funkce míchání, mytí, hnětení, ohřívání, chlazení.



Obr. 5 – dvoušnekový dopravník [9]

### Korečkové elevátory

Korečkové elevátory se používají jako dopravníky s velkým sklonem. Základní přepravní jednotkou je koreček, pevně spojený s tažným elementem (pásem, článkovým řetězem, lanem).



## 3.2 Manipulace se sypkým i kusovým materiálem

[2], [3], [7], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]

### Skluzy

Skluzy využívají k dopravě materiálu vlastní tíži přepravovaných předmětů, bývají zhotovovány z různých materiálů (kovy, plasty, dřevo), v rovném, zakřiveném nebo spirálovém provedení. Tvar skluzů je obvykle ovlivněn dopravovaným materiálem. Jedná se o nejjednodušší a nejlevnější dopravní zařízení.

### Žlabové dopravníky

Ve žlabu jsou umístěny unašeče, které jsou vlečené řetězem nebo tyčí. Podle pohybu unašečů rozeznáváme dopravníky trkačí nebo s obíhajícími unašeči.

Obr. 6 – korečkový elevátor [10]

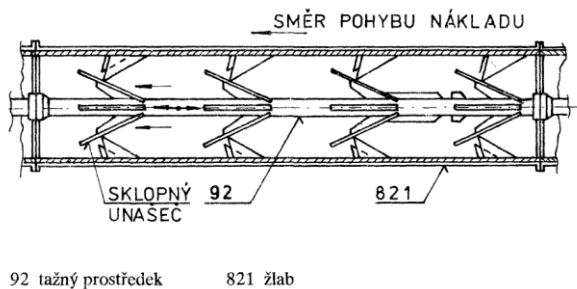


Obr. 7 – spirálový skluz [11]

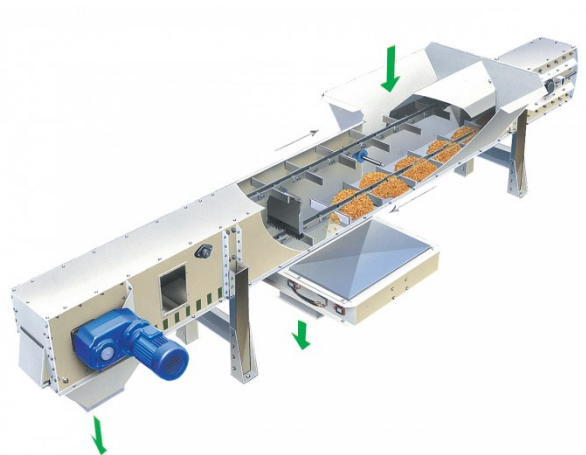


Obr. 8 – kombinovaný skluz [12]





Obr. 9 – harpunový dopravník [2]



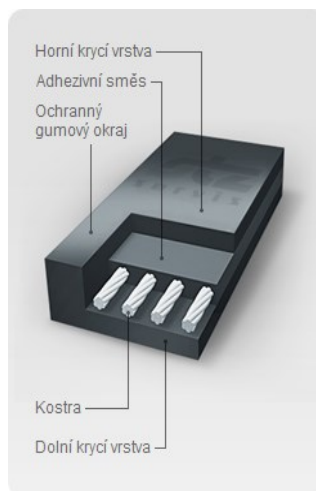
Obr. 10 – redler [13]

### Pásové dopravníky

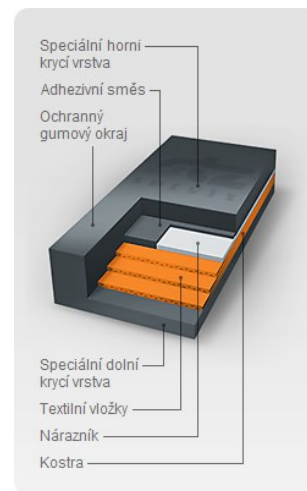
Tažným a nosným orgánem pásového dopravníku je nekonečný pás, podpíraný válečky nebo rovnou plochou. Pásové dopravníky se vyrábí v stabilním, pojízdném a přenosném provedení. Materiál pásů bývá pryž, PVC, ocelový plech, pletivo z různých materiálů. Pro zvětšení pevnosti mohou být pryžové pásy vyztuženy textilními či syntetickými vložkami či vložkami z ocelových lan.



Obr. 11 – pásový dopravník [14]



Obr. 12 – pás s ocelovou vložkou [15]



Obr. 13 – pás s textilní vložkou [15]

### Článekové dopravníky

Článekové dopravníky se obvykle používají pro přepravu materiálu, který není vhodné přepravovat pásovým dopravníkem – velké a těžké kusy, horký nebo agresivní materiál či předměty s ostrými hranami. Nosným prvkem jsou oběžné řetězy s články, jejichž tvar a uspořádání závisí na druhu přepravovaného materiálu. Článekový dopravník má poháněcí řetězové kolo obvykle na přepadacím konci dopravníku. První článekové dopravníky měly dřevěné články – laťkové dopravníky; později se začaly využívat i kované materiály a plasty.



*Obr. 14 – řetězový dopravník [16]*

### **Lanové dráhy**

U lanových drah je hlavním tažným a někdy i nosným elementem lano. Břemeno se může pohybovat po zemi uložené na vozíku (pozemní lanovka) nebo je zavěšeno na napnutém laně (visutá lanovka). U jednolanových drah plní funkci tažného i nosného elementu jedno lano, dvoulanové mají jedno nosné a jedno tažné lano. Lanovka je potom kyvadlová nebo oběžná. Lanovky jsou nezávislé na terénu, obsluhovaná místa lze spojit nejkratší dráhou, jejich obsluha je velmi jednoduchá a řízení manipulace lze automatizovat. Navíc lze prostor dílny pod lanovkou využít k jiným technologickým účelům nebo k skladování.



*Obr. 15 – pozemní lanovka [17]*



*Obr. 16 – visutá lanovka [17]*

### 3.3 Manipulace s kusovým materiálem – nepřetržitě pracující dopravníky

[2], [3], [7], [18], [19], [20]

#### Válečkové a kladičkové tratě

Na válečkových a kladičkových tratích je pohyb nákladu odvozen od otáčení nosných prvků vlivem zemské tíže, síly působící na vlastní předmět uložený na trati nebo rotace poháněných válečků. U válečkových tratí jsou nosným prostředkem nosné válečky či kladičky (válečky s délkou menší, než je jejich průměr).



Obr. 17 – válečkový dopravník [18]

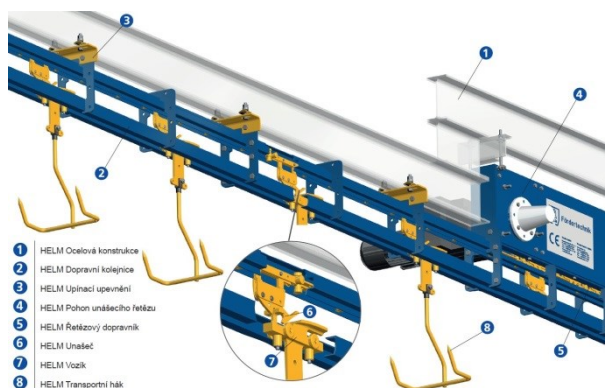


Obr. 18 – kladičkový dopravník [19]

Válečkové tratě se vyrábí v jednořadovém nebo dvouřadovém provedení, mohou být poháněné nebo nepoháněné. U kladičkových tratí se předmět místo na válečkách pohybuje na kladičkách upevněných v rámech. Kladičkové dopravníky jsou dvou a víceřadé a jejich stavebnicové provedení umožňuje rychlé sestavení dráhy.

#### Závěsové dopravníky

Převážná část závěsových dopravníků využívá k přepravě břemene nevyužitý prostor nad úrovní podlahy, podobně jako lanové dopravníky. U nejběžnějších typů závěsových dopravníků je materiál pomocí závěsu připevněn k jezdcí, který je řetězem nebo lanem tažen po kolejnici. Podlahový řetězový dopravník, který se používá k tažení normálních plošinových vozíků, také patří mezi závěsové dopravníky.



Obr. 19 – závěsový dopravník [20]



### 3.4 Manipulace s kusovým materiálem – přetržitě pracující dopravníky

[2], [3], [7], [21], [22]

#### Dopravní vozíky

Dopravní vozíky se jakožto nejpoužívanější manipulační prostředky ve strojírenských podnicích používají jak na vstupu při přepravě a skladování hutního materiálu, tak při meziobjektové, vnitroobjektové a mezioperační dopravě i ve skladech. Vozíky mohou být bezmotorové nebo motorové, bez zdvihu (plošinové, rudly, tahače) nebo se zdvihem (nízkozdvižné, vysoko zdvižné, jeřábové).



Obr. 20 – ruční vozíky [21]



Obr. 21 – nízkozdvižný vozík [21]

#### Zdvihací a přemisťovací zařízení

Jedná se o jeřáby, výtahy, zvedáky, navijáky, kladkostroje... Jejich velkou předností je, že nezabírají podlahovou plochu a mohou zvedat břemena velké hmotnosti.



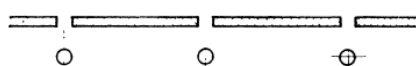
Obr. 22 – příklady zdvihacích zařízení [22]



## 4 Článekové dopravníky

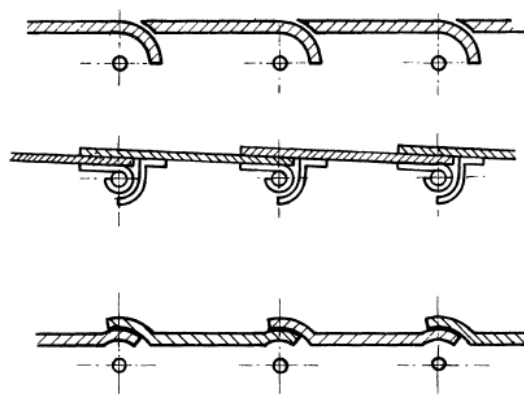
[2], [23], [24], [25], [26], [27], [28]

**Článek** je součást, která svým tvarem ve spojení s řetězovým pásmem vytváří dopravní profil a umožňuje ohýbání pásma na poháněcích, napínacích a obváděcích orgánech. Články mohou být podle konstrukčního provedení **s překrytím** nebo **bez překrytí**. **Článekové pásmo** je řetězové dopravní pásmo (obvykle dvouřetězové), kde dopravní profil je tvořen konstrukčními prvky, tzv. články připevněnými k řetězu, pásmo může být vedeno **s pojezdnými kladkami**, **s pevnými kladkami** nebo **bez kladek**. Článeková pásma specifikujeme na **deskové**, **roštové** a **laťkové**.

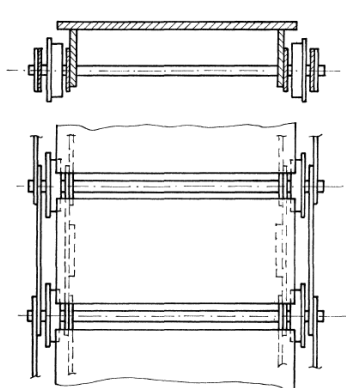


Obr. 23 – článek bez překrytí [2]

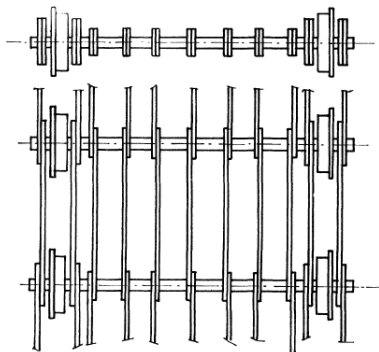
Unášecím prostředkem článekového dopravníku je spojené dopravní pásmo, obvykle článekové, obíhající mezi poháněcím a napínacím orgánem a doplněné dalšími konstrukčními prvky potřebnými pro provoz dopravníku. **Délka článekového dopravníku L** je jmenovitá hodnota vzdálenosti os poháněcího a napínacího orgánu, měřená po délce dopravního pásma (po střední vzdálenosti mezi nosnou a vratnou větví dopravníku), vliv napínací délky se neuvažuje. **Celková délka článekového dopravníku** je skutečná vzdálenost měřená po délce dopravního pásma mezi krajními body dopravníku.



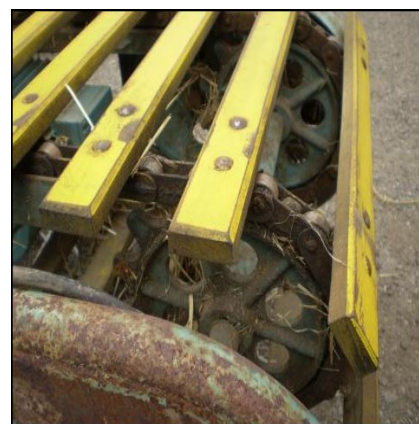
Obr. 24 – článek s překrytím [2]



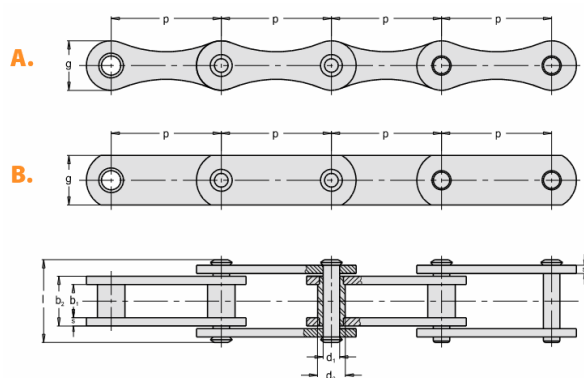
Obr. 25 – deskové pásmo [2]



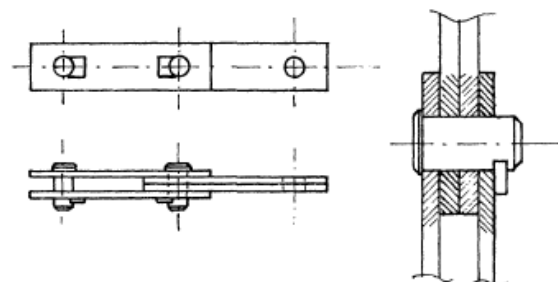
Obr. 26 – roštové pásmo [2]



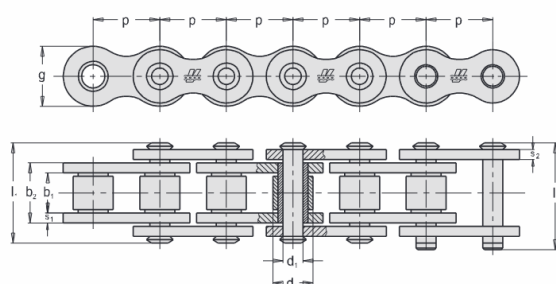
Obr. 27 – laťkové pásmo [23]



Obr. 28– pouzdrový řetěz [24]

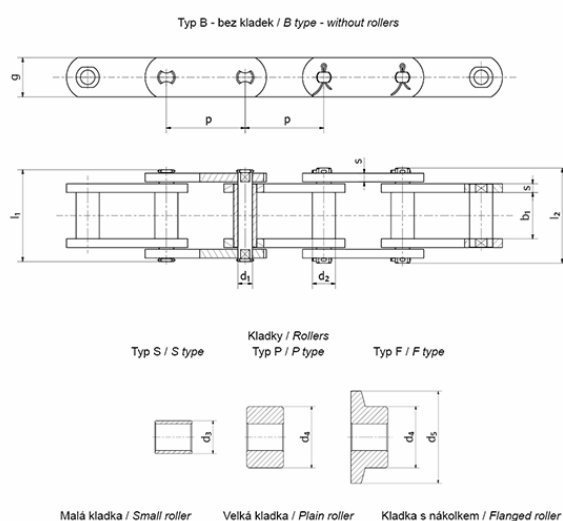


Obr. 29 – sponový řetěz [2]

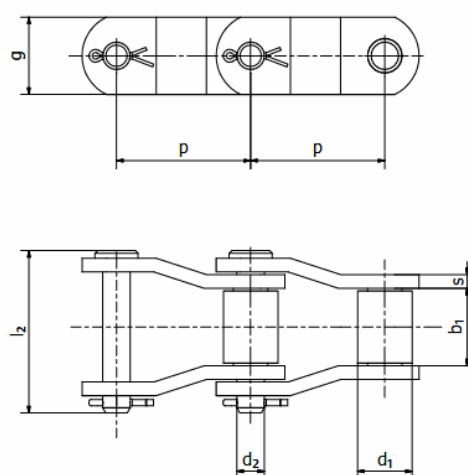


Obr. 2 – válečkový řetěz [24]

Řada konstrukčních prvků (článků) různého provedení spolu otočně nebo výkyvně spojených se nazývá **řetěz**. Řetěz má schopnost přenášet tahovou sílu a je schopen vzájemného pohybu článků vůči sobě v jedné nebo více rovinách. **Dopravní řetěz** je řetěz se články konstrukčně uspořádanými a vzájemně spojenými tak, aby vyhovoval funkci tažného prostředku, popřípadě částečně unášecího prostředku dopravníku.



Obr. 31– kladkový řetěz [25]

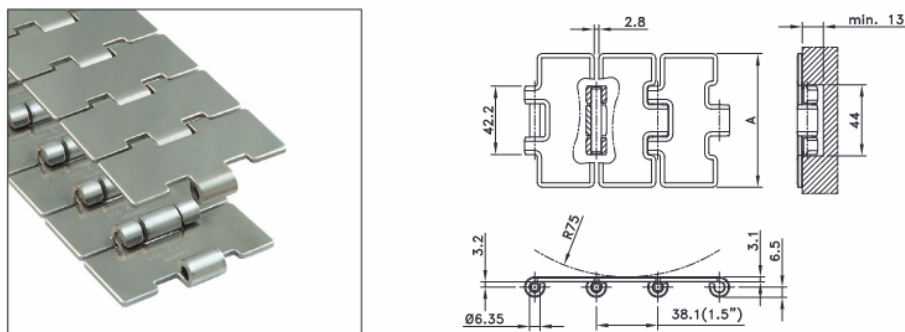


Obr. 32 – řetěz s lomenými články [26]

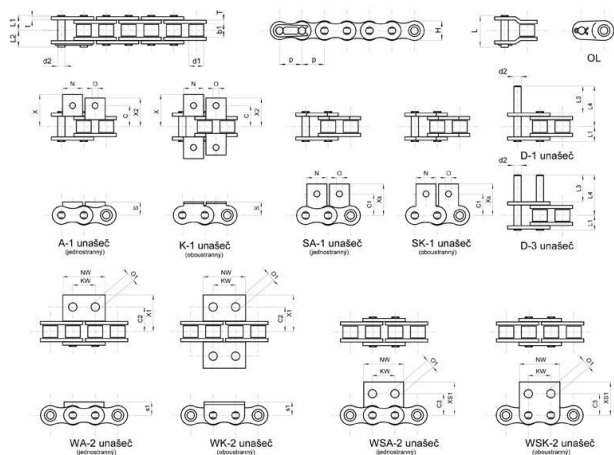
Rozebíratelný dopravní řetěz má články konstrukčně uspořádané tak, že mohou být po natočení do vhodné polohy spojeny nebo rozpojeny bez demontáže pomocí nástrojů.

Kloubový řetěz sestávající z vnitřních a vnějších článků, kde vzájemná pohyblivost dvou sousedních článků je umožněna otočným uložením čepu vnějšího článku v pouzdře vnitřního článku, se označuje jako **pouzdrový řetěz**; kloubový řetěz, sestávající z vnitřních a vnějších spon vzájemně otočně spojených na čepu je **sponový řetěz**. Pouzdrový řetěz může být **válečkový**, kde na pouzdrech vnitřních článků jsou otočně uloženy válečky, které se při záběru řetězu s řetězovým ozubením odvalují po bocích zubů, **kladkový** (příp. s **nákolky**), na jehož pouzdrech jsou otočně uloženy pojízdné

kladky, po kterých pojíždí řetězové pásmo, nebo pouzdrový řetěz s lomenými články. **Destičkový řetěz** je dopravní řetěz, kde články řetězu jsou provedeny tak, že vytvářejí dopravní pásmo, obvykle s plochým dopravním profilem.



Obr. 33 – destičkový řetěz [27]



Obr. 34 – unašeče [28]

## 4.1 Řetězy

[2], [24], [29], [30], [31], [32], [33]

Řetězy se rozdělují podle použití a provedení.

Podle použití se rozlišují řetězy:

- zdvihací a závěsné
- transportní (dopravní)
- převodové (hnačí, rozvodové)
- automobilové
- zemědělské
- motocyklové

- vázací, kotevní
- sněhové, pilové
- pro ocelárny a hutě

**Zdvihací řetězy** se používají při velmi malých obvodových rychlostech jako zdvihadí části jeřábů, kladkostrojů, nákladních výtahů či stavebních strojů. **Závěsné řetězy** slouží k uvazování břemen či zavěšení těžkých obrobků u obráběcích strojů, jsou zakončeny oky, třmeny nebo háky. **Transportní řetězy** se používají v dopravnících, eskalátorech, zemědělských a textilních strojích při větších obvodových rychlostech. Slouží k přemisťování nákladů uložených buď přímo na řetězech, nebo na nosných částech strojů a unášených řetězem. **Převodové řetězy** se používají pro převody hnacích agregátů strojů nebo jako **rozvodové řetězy** k přenosu pohybu a síly motoru mezi jednotlivými částmi téhož stroje. Převodové či rozvodové řetězy vyžadují přesnější výrobu a pečlivou montáž, jelikož pracují při nejvyšších obvodových rychlostech.

#### 4.1.1 Válečkové a pouzdrové řetězy

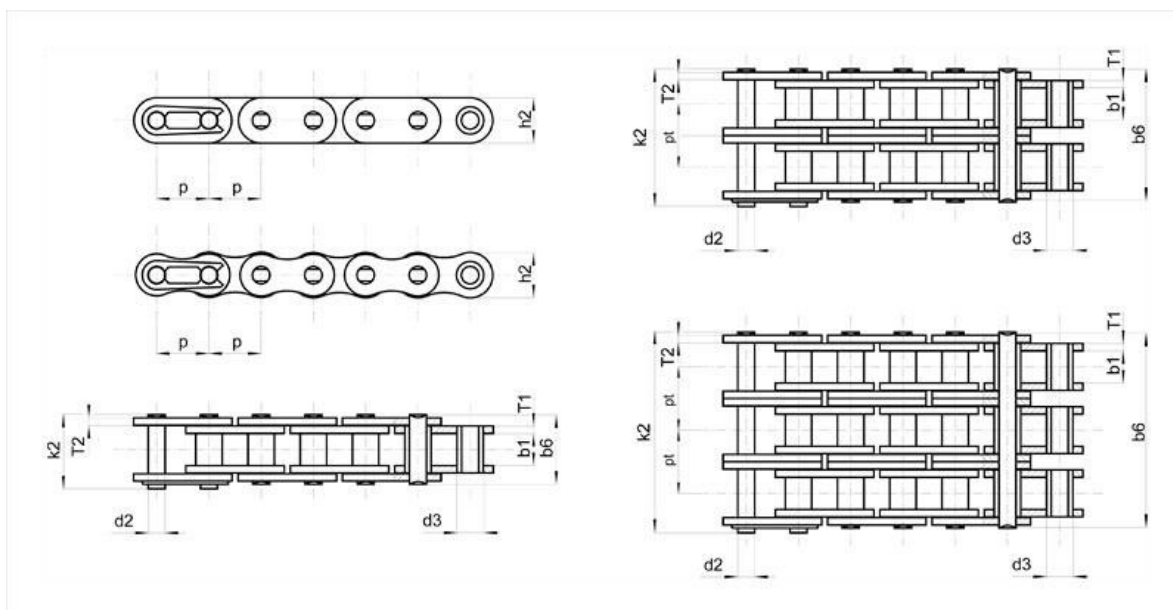
Jsou to hnací nebo tažné prvky, skládající se z vnitřních a vnějších článků potřebné délky, pohybující se v jedné rovině. Vzájemně se liší způsobem konstrukce vnitřních článků. Vnitřní článek válečkového řetězu se skládá ze dvou pouzder a na nich točně uložených válečků, na obou koncích pouzder je pevně nalisována jedna nebo více vnitřních destiček. Vnitřní článek pouzdrového řetězu se skládá ze dvou pouzder, která mají na obou koncích nalisovanu jednu nebo více vnitřních destiček. Vnější článek válečkového a pouzdrového řetězu se skládá ze dvou čepů, které mají na obou koncích nalisovanu jednu nebo více vnějších destiček. Konce čepů jsou provedeny (např. rozválcováním, roznýtováním apod.) tak, aby se destičky nemohly uvolnit.

Řetěz může být proveden jako nerozebíratelný sbýtováním nebo jako rozebíratelný spojovaný spojkou pro snadnější montáž. Nejrozšířenějším spojovacím článkem je vnější článek s pérovou (pružnou) pojistkou, který umožňuje řetěz mnohokrát rozebrat a smontovat. Spojovací článek se závlačkami, popř. nýtovacím čepem, se používá u pomaluběžných, velkých řetězů ( $t \geq 25,4$  mm), které se demontují a montují jen zřídka.

Spojovací článek je upravený vnější článek pro rozebíratelné spojení dvou vnitřních článků téhož řetězu. Je opatřen pružnou pojistkou, závlačkou nebo jiným pojištěním. Jako spojka může sloužit také křivený článek, což je upravený článek řetězu, umožňující použití řetězu o lichém počtu článků. Používá se u jednořadých válečkových řetězů a válečkových řetězů s dlouhou roztečí. Nedoporučuje se pro nové konstrukce, neboť snižuje pevnost řetězu až o 30 procent. Rozteč řetězu je vzdálenost os dvou sousedních čepů, vnitřní šířka řetězu je vzdálenost mezi destičkami vnitřního článku řetězu. Délka řetězu se vyjadřuje v metrech nebo počtem článků (roztečí). Délka v metrech je vzdálenost mezi osami pouzder vnitřních článků, kterými je řetěz zakončen, délkou vyjádřenou počtem článků se rozumí počet článků řetězu bez spojovacího článku.

Kloubové řetězy mohou být válečkové řetězy normální a s dlouhou roztečí a pouzdrové řetězy rychloběžné a pomaluběžné.

Podle počtu řad se řetězy dělí na jednořadé, dvouřadé, třířadé a víceřadé.



Obr. 35 – jednořadý, dvouřadý a třířadý řetěz [32]

Řetěz je složen z řady střídavě spojených vnitřních a vnějších článků, které se otáčejí v jedné rovině. Vzájemný pohyb dvou sousedních článků je zajištěn otočným uložením čepů vnějších článků v pouzdrech vnitřních článků. U válečkových řetězů je mimoto na každém pouzdře točně uložen váleček, aby se zmenšilo tření vznikající při provozu řetězu.

U dvouřadých, třířadých a víceřadých řetězů jsou vnější články složeny ze dvou čepů příslušné délky, zalisovaných do vnějších destiček. Konce čepů jsou zalisovány nebo jiným způsobem upraveny tak, aby se destičky nemohly uvolnit. Na každý čep jsou volně nasazeny vnitřní články, oddělené od sebe jednou nebo několika vloženými destičkami.

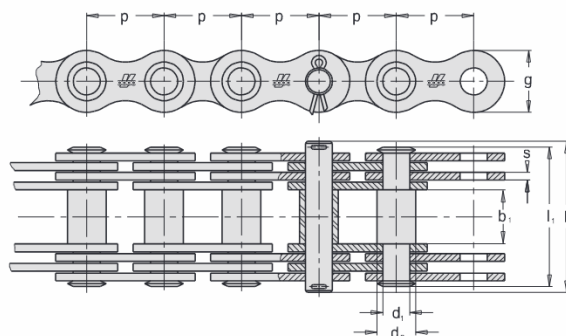
Označení řetězů musí obsahovat:

- dvoumístné číslo řetězu, které vyjadřuje rozteč v 1/16" se zaokrouhlením na nejbližší vyšší
- písmeno A (americká rozměrová řada) nebo B (evropská rozměrová řada) za dvoumístným číslem, které vyjadřuje provedení u válečkových řetězů, jsou-li dvě provedení pro jednu rozteč, písmeno C u pouzdrových rychloběžných řetězů
- číslo za písmenem A, B nebo C značící počet řad
- číslici 2 před dvoumístným číslem u válečkových řetězů s dlouhou roztečí
- řetězům bez abecedního označení se dává číselné označení
- číslo rozměrové normy s doplňkovou číslicí
- pouzdrové pomaloběžné řetězy se označují velikostí rozteče v mm podle příslušné rozměrové normy

#### 4.1.2 Další typy řetězů

##### Gallův řetěz

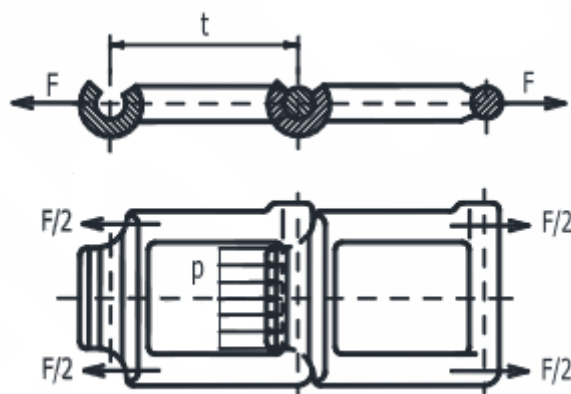
Gallův řetěz je kloubový řetěz, jehož kloubové spoje jsou tvořeny čepy a destičkami. Destičky jsou otočně uloženy na osazených koncích čepů, které jsou na koncích roznýtovány. Používají se pro velká zatížení a malé rychlosti jako zdvihadací řetězy.



Obr. 36 – Gallův řetěz [24]

##### Ewartův řetěz

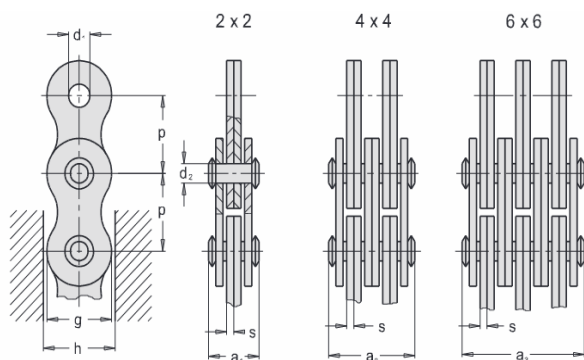
Ewartův řetěz je tvořen z uzavřených neopracovaných litých článků z temperované litiny, které mají na jedné straně válcový čep a na druhé straně otevřenou hákovitou objímku, kterou je možno při naklonění článku navléci zboku na čep dalšího článku. Řetěz se snadno skládá a rozebírá, nevyžaduje údržbu a je levný, je však také nepřesný a hlučný. Používá se k pomalému transportu v lehčích provozech a tam, kde není vyžadována přesnost chodu.



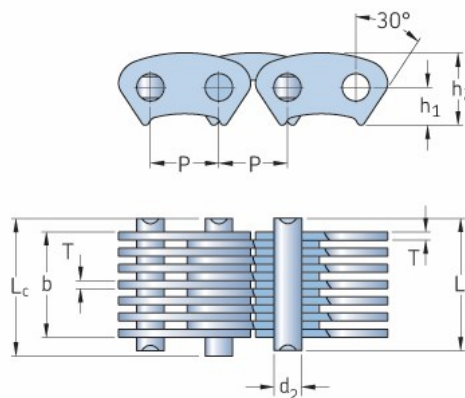
Obr. 37 – Ewartův řetěz [29]

## Další řetězy

Známe také další normalizované i nenormalizované řetězy, např. Flyerovy řetězy (používané u jeřábů, vysokozdvihných vozíků a garážových vrat), zubové řetězy (tichý chod při značné síle a rychlosti), řetězy pro hutný provoz a ocelárny, těsněné válečkové řetězy (motocykly), řetězy s teflonovými pouzdry (dobré kluzné vlastnosti i při nedostatečném mazání ve znečištěném prostředí a vlhku) aj.



Obr. 38 – Flyerův řetěz [24]



Obr. 39 – zubový řetěz [33]

## 4.2 Řetězové převody

[2], [29], [31], [34], [35], [36], [37], [38]

Řetězové převody se používají k přenosu malých až středních výkonů, tj. do 1 MW, mezi rovnoběžnými hřídeli. Převodový poměr by neměl být větší než 7, při větším převodovém poměru má řetěz následkem častějšího záběru řetězu s pastorkem nižší životnost. Od původního účelu, převodu krouticího momentu, se vyvinula celá řada dalších aplikací řetězového převodu. Používá se tak pro různé účely ve všech odvětvích strojírenství, např. u textilních, zemědělských a stavebních strojů, u vozidel, pohyblivých schodišť a zdvihadel, CNC obráběcích strojů, automobilů aj.

Přenos krouticího momentu na tah v řetězu nebo naopak zajišťují **řetězky** neboli **řetězová kola**. Řetězky sestávají z náboje, ramen nebo desky, věnce s ozubením nebo lůžky. Svým tvarem odpovídají použitému řetězu. Skutečný profil zubu může mít libovolný tvar a musí ležet mezi vypočtenými tvary mezer s nejmenší a největší šířkou.



Obr. 40 – řetězový převod [35]





Obr. 41– příklady řetězek [36]

Řetězka s malým počtem zubů obvykle ve tvaru vícebokého tělesa se označuje jako **růžice** nebo **turas**, poháněcí růžici pro článkový řetěz nazýváme **ořech**. Řetězka (růžice), která přenáší sílu z kroutícího momentu na řetěz, se označuje **poháněcí řetězka (růžice)**, řetězka (růžice) předávající napínací sílu do řetězu **napínací řetězka (růžice)**, směr řetězu mění **obváděcí řetězka (růžice)**, **dvojnásobná řetězka** využívá dva zuby pro jednu rozteč řetězu s dlouhou roztečí. U řetězových převodů se přenáší výkon mezi řetězovými koly a řetězem tvarovým stykem, takže nedochází ke skluzu a střední hodnota převodového poměru je konstantní. Mezi

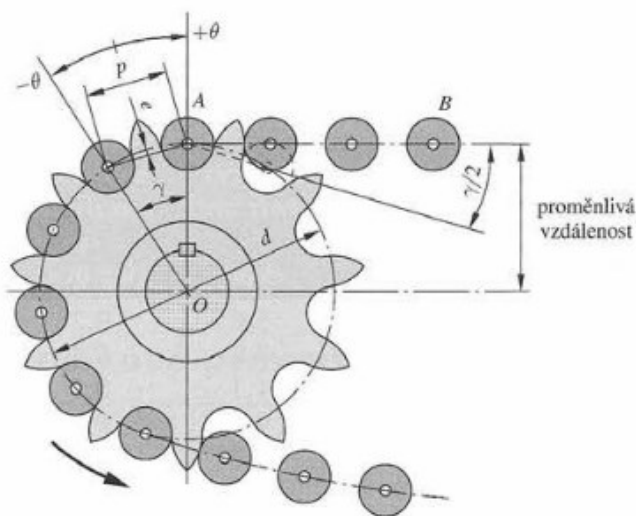
další výhody těchto převodů patří dlouhá životnost, možnost pohánět jedním řetězem několik rovnoběžných hřídelů a vysoká účinnost (98 až 99 %), snadná montáž a výměna řetězu, minimální opotřebení ozubených kol, vysoká obvodová rychlost řetězu. Řetěz není citlivý k pracovnímu prostředí (teplota, vlhost, prach) a nepotřebuje předpětí.

Nevýhodami jsou hlučnost chodu a poměrně vysoká cena, chod převodu není zcela rovnoměrný během jedné otáčky (nerovnoměrnost chodu), zejména při malém počtu zubů malého řetězového kola. Vyžaduje přesnou montáž, zejména nastavení rovnoběžnosti hřídelů a řetězek vůči sobě, lze použít jen pro rovnoběžné hřídele a otevřené opásání. Nevýhodou je také zvětšování délky řetězu opotřebením čepů a následné nutné dodatečné napínání řetězu, nutná stavitelná vzdálenost hřídelů nebo použití napínací kladky, nevhodný při periodickém reverzování běhu za chodu stroje.

Jako hnací se nejčastěji používají řetězy válečkové, jejich tvar a rozměry jsou normalizovány.



Obr. 42 – turas [37]



Obr. 43– záběr řetězu s řetězovým kolem [31]

Pro přenos menších výkonů se používají jednořadé řetězy, pro větší výkony a rychlosti slouží řetězy dvouřadé nebo třířadé.

Počet zubů řetězového kola ovlivňuje průběh rychlosti řetězu, takže i při rovnoměrném otáčivém pohybu kola se rychlost řetězu periodicky mění s úhlem pootočení  $\theta$ . Se změnou úhlu  $\theta$  se úsečka reprezentující několik článků řetězu periodicky zdvíhá a klesá. Řetězové kolo je tedy možné si představit jako pravidelný mnohoúhelník vepsaný do jeho roztečné kružnice. Počet stran mnohoúhelníku je roven počtu zubů kola a délka strany je



rovna rozteči řetězu.

Periodicky se měnící rychlost řetězu způsobuje nerovnoměrné otáčení hnaného kola, které se projevuje neklidným během převodu a opotřebením řetězu.

Nerovnoměrnost chodu bude tím menší, čím bude vyšší počet zubů řetězového kola .

V některých případech může nerovnoměrnost chodu vést také ke kmitání řetězu a tím i celého převodu.

Je tedy žádoucí, aby počet zubů menšího řetězového kola byl co největší. Zároveň je však potřeba zajistit minimální rozměry řetězky, čehož lze dosáhnout pouze s malým počtem zubů. Aby běh převodu byl klidný, mělo by menší řetězové kolo mít alespoň 17 zubů; 19 nebo 21 zubů zajistí vyšší životnost řetězu a menší hlučnost; převody do rychla vyžadují nejméně 25 zubů. Při menších počtech zubů se nerovnoměrnost chodu řetězového převodu podstatně zvyšuje. Větší kolo by u běžných převodů nemělo mít více jak 114 zubů, při větším počtu zubů může dojít k rodloužení rozteče řetězu, pak se válečky při záběru nedotýkají paty zubu a dna zubové mezery, ale hlavy zubu. Převodový poměr nemá být větší než 8 až 9 u řetězů s malou roztečí a 6 až 7 u řetězů s větší roztečí. Je možné realizovat i převody s větším převodovým poměrem, zpravidla však za cenu snížení životnosti řetězu. Při provozu řetězového převodu dochází jen zřídka k přetržení řetězu v důsledku jeho statického přetížení. Při překročení dovoleného výkonu přenášeného řetězem a nízké rychlosti řetězu může dojít k únavovému lomu destiček článku, při vysokých rychlostech řetězu může nastat prolomení mezního mazacího filmu mezi čepem a pouzderem a následnému zadírání. Nejčastější příčinou poruchy je však nadměrné opotřebení povrchů válečků a pouzder způsobené kontaktní únavou.

Obvykle se volí lichý počet zubů u menšího řetězového kola a sudý počet článků řetězu, aby se předešlo užití spojovacího článku

Mazání řetězového převodu je velmi důležité pro dosažení předpokládané životnosti řetězu. ISO 10823 uvádí vztah udávající maximální rychlost řetězu v  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , pro kterou je ještě daný způsob mazání vhodný:

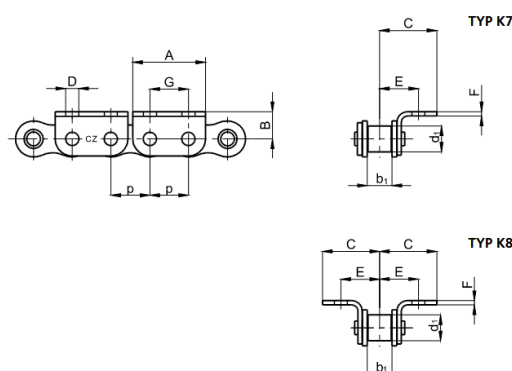
$$v = Mt^{-0,56} \quad (1)$$

kde  $t$  (mm) je rozteč a  $M$  součinitel, jehož hodnota závisí na způsobu mazání: pro ruční mazání je  $M = 2,8$ , pro kapací mazání  $M = 7,0$  a pro ponorné mazání v olejové lázni  $M = 35$ . Pro vysoké rychlosti řetězu je zapotřebí užít tlakové oběhové mazání. Tomu se lze vyhnout použitím víceřadého řetězu.

## 5 Určení typu a velikosti převodového řetězu

[39], [40]

Dopravník bude přenášet velmi malé zatížení. Bude dopravovat nejvýše 14 ks profilů o jednotkové hmotnosti 1,6 kg, celková hmotnost 22,4 kg se rozdělí mezi dvě větve vodorovného dopravníku, rychlost pohybu nákladu (obvodová rychlost) je dána  $v = 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 0,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Vzhledem k nízkému zatížení a pomalému běhu se předpokládá použití řetězu 08 B s unášecími destičkami typu K8 a roztečí  $t = 12,7 \text{ mm}$ . Dopravník má převodový poměr  $i = 1$ , je výhodné volit sudý počet zubů ozubených kol, vzhledem k velmi malé rychlosti lze použít kolo s méně, než 17 zuby. Bylo tedy zvoleno  $z = 16$ .



Obr. 44 – válečkový řetěz s unášecí typ K8 [39]

Tab. 1 – Rozměry řetězu 08 B s unášecími destičkami typu K8 [39]

označení	t [mm]	b <sub>1</sub> [mm]	d <sub>1</sub> h10 [mm]	A [mm]	B [mm]
08 B	12,70	7,75	8,51	24	8,90
C [mm]	D [mm]	E = G [mm]	F [mm]	Zatížení při přetržení [kN]	hmotnost q [kg · m <sup>-1</sup> ]
18,70	4,30	12,70	1,50	18,69	0,99

### 5.1 Určení motoru

[40]

Pro určení požadovaného výkonu motoru je potřeba znát tažnou sílu řetězu  $T$  [N]. Tu spočítáme z tíhového zrychlení  $g$  [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ], hmotnosti řetězu  $m_r$  [kg], hmotnosti nákladu  $m_n$  [kg], součinitele tření  $f_r$ , součinitele provozu  $F_S$  a součinitele rychlosti  $F_V$ :

$$T = g \cdot \frac{(m_r + m_n) \cdot f_r \cdot F_S \cdot F_V}{2} \quad (2)$$

**Součinitel tření  $f_r$** 

U válečkového řetězu uloženého na vedení řetězy kloužou po vedení na vlastních válečcích, nastává tedy kombinované kluzné a valivé tření. Kluzné vedení bude provedeno z kluzného plastu, který má dynamický součinitel tření  $f_r = 0,2$  [40].

**Součinitel provozu  $F_S$** 

Součinitel provozu je korekční součinitel tahové síly zohledňuje podmínky provozu a charakteristiky dopravníku. Pro vystředěný náklad, stejnoměrné zatížení materiálem, častý rozběh dopravníku, relativně čisté prostředí a třísměnný provoz je součinitel roven  $F_S = 1,8$  [40].

**Součinitel rychlosti  $F_v$** 

Tento korekční součinitel zohledňuje rychlost pohybu řetězu vzhledem k počtu zubů hnacího kola. Pro  $v = 7 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  a 16 zubů ozubeného kola je součinitel rychlosti  $F_v = 0,8$  [40].

**Hmotnost řetězu  $m_r$** 

Hmotnost řetězu  $m_r$  [kg] určíme jako součin jeho délky  $L$  [m] a jednotkové hmotnosti  $q$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$ ]. Pro výpočet délky řetězu je potřeba znát osovou vzdálenost  $A$  [m] hřídelů hnacího a hnaného kola ( $A = 3\,000 \text{ mm}$ ) a průměr roztečné kružnice  $d$  [m]:

$$d = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{16}} = 65,1 \text{ mm} \quad (3)$$

$$L = 2A + \pi \cdot d = 2 \cdot 3\,000 + \pi \cdot 65,1 = 6\,204,5 \text{ mm} \quad (4)$$

Jelikož má dopravník dvě větve, je nutno hmotnost počítat pro dvojnásobnou délku řetězu:

$$m_r = 2L \cdot q = 2 \cdot 6\,204,5 \cdot 0,99 = 12\,285 \text{ g} = 12,3 \text{ kg} \quad (5)$$

**Tažná síla řetězu  $T$  [N]**

Nyní můžeme určené dílčí hodnoty dosadit do vzorce pro výpočet tažné síly řetězu:

$$T = g \cdot \frac{(m_r + m_n) \cdot f_r \cdot F_S \cdot F_v}{2} = 9,81 \cdot \frac{(12,3 + 22,4) \cdot 0,2 \cdot 1,8 \cdot 0,8}{2} = 49,02 \text{ N} \quad (6)$$

**Výkon motoru  $P$  [W]**

Minimální výkon motoru  $P$  určíme jako součin tažné síly  $T$  a obvodové rychlosti řetězu  $v$ :

$$P = T \cdot v = 49,02 \cdot 0,12 = 5,88 \text{ W} \quad (7)$$

**Určení otáček**

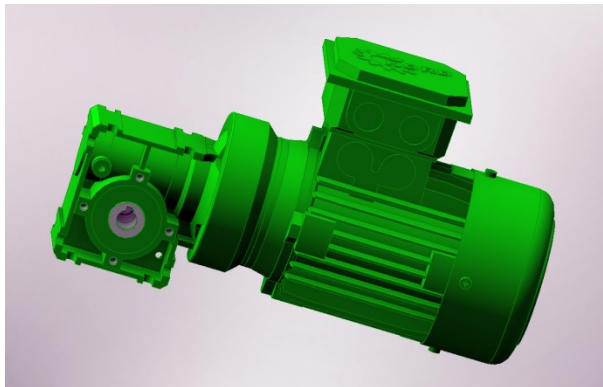
Obvodová rychlost  $v = 7 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1} = 0,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  je zadána, ze vzorce pro obvodovou rychlost lze vyjádřit otáčky  $n$ .

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} = \frac{z \cdot t \cdot n}{1\,000} \quad (8)$$

$$n = \frac{1\,000 \cdot v}{z \cdot t} = \frac{1\,000 \cdot 0,12}{16 \cdot 12,7} = 0,59 \text{ ot} \cdot \text{s}^{-1} = 35,4 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1} \quad (9)$$

### Volba motoru

Byl zvolen asynchronní elektromotor firmy NORD se šnekovou převodovkou (specifikace v příloze) o výkonu  $P = 0,12 \text{ kW}$  a s výstupními otáčkami  $n = 33 \text{ min}^{-1}$ . Zadaná rychlost byla  $v = 7 \pm 1 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ , čemuž odpovídá rozsah otáček  $n \in (29,5 \div 39,4) \text{ min}^{-1}$ . Výstupní otáčky převodovky vyhovují.

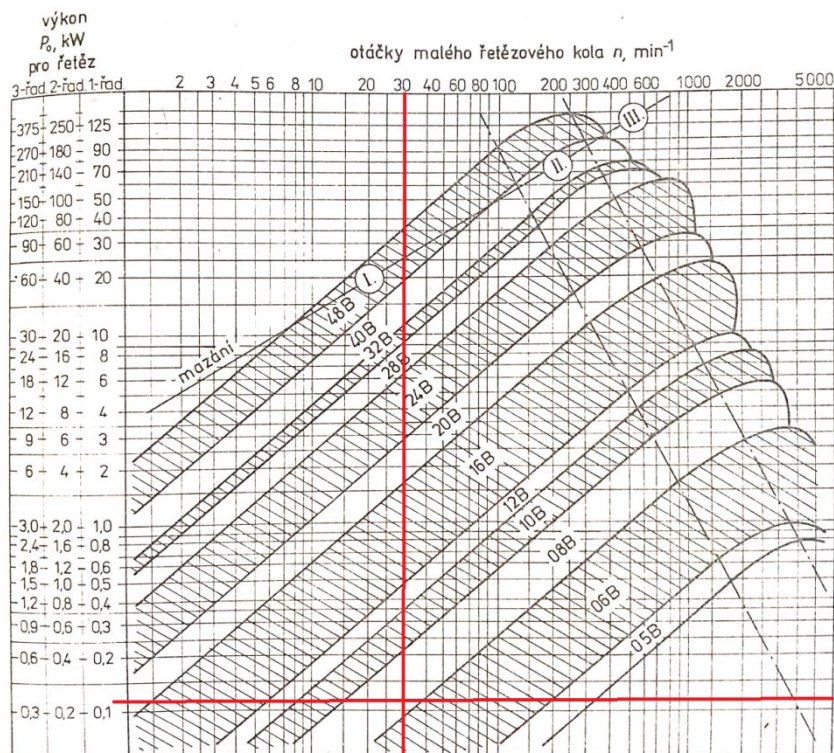


Obr. 45 – motor s převodovkou (obrázek vlastní z sdp souboru výrobce)

## 5.2 Kontrola řetězu

[29], [41]

Vynesení výkonu motoru a výstupních otáček do výkonového diagramu byl určen typ válečkového řetězu. Jde o předpokládaný typ jednořadého řetězu 08 B.



Obr. 46 – výkonový diagram k určení velikosti válečkového řetězu [41]

**Dovolený výkon  $P_D$  [W]**

Diagramový výkon  $P_D$  respektující provozní podmínky se určí z výkonu  $P$  [W], činitele výkonu  $\kappa$ , činitele mazání  $\mu$  a činitele provedení řetězu  $\varphi$  pomocí vztahu:

$$P_D = \frac{P}{\kappa \cdot \mu \cdot \varphi} \quad (10)$$

Činitel výkonu  $\kappa$  závisí na převodovém poměru  $i$ , činiteli rázu  $Y$  a počtu zubů hnacího kola  $z$ . Činitel rázu je pro dopravník kusového materiálu hnaný elektromotorem  $Y = 2$ , převodový poměr  $i = 1$  a hnací kolo má  $z = 16$  zubů. Činitel výkonu pro tyto parametry je  $\kappa = 0,5$ .

Činitel mazání pro nízké rychlosti řetězu s vhodným mazáním je  $\mu = 1$ , činitel provedení řetězu pro řetěz typu B je  $\varphi = 1$  [41].

$$P_D = \frac{P_1}{\kappa \cdot \mu \cdot \varphi} = \frac{0,12}{0,5 \cdot 1 \cdot 1} = 0,24 \text{ kW} \quad (11)$$

**Osová vzdálenost  $A$  [mm]**

Vztah mezi roztečí  $t$  a zvolenou osovou vzdáleností  $A$  má vliv na činitele vzdálenosti os  $\rho$ . Pro poměr

$$A = 240 \cdot t = 240 \cdot 12,7 = 3048 \text{ mm} \quad (12)$$

je činitel vzdálenosti os  $\rho = 1,38$  určen aproximací.

**Korigovaný výkon  $P'_D$  [W]**

Převod má jinou osovou vzdálenost, než při experimentu ( $A \neq 40t$ ), je proto nutné ho přezkoušet podle výkonového diagramu pro korigovaný výkon  $P'_D$ :

$$P'_D = \frac{P_D}{\rho} = \frac{0,24}{1,38} = 0,17 \text{ kW} \quad (13)$$

Korigovanému výkonu zvolený řetěz 08 B vyhovuje.

**5.3 Výpočet roztečných průměrů kol**

[29]

Pro tento velmi pomalu běžící dopravník byl zvolen nízký počet zubů hnací řetězky  $z_1 = 16$ . Převodový poměr dopravníku je  $i = 1$ , proto bude počet zubů hnacího i hnaného kola stejný  $z = 16$ . Také průměr hnacího i hnaného kola bude stejný.

$$d = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{16}} = 65,10 \text{ mm} \quad (14)$$

## 5.4 Pevnostní kontrola řetězu

[29]

Pevnostní kontrola řetězu se provádí pomocí 2 kontrol:

### 5.4.1 Kontrola proti přetržení řetězu

Řetěz přenáší z hnacího na hnané kolo obvodovou sílu  $F_o$ , u převodu s vyšší rychlostí vyvolá odstředivá síla v řetězu tahovou sílu  $F_c$ , ta je pro rychlosti  $v < 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  zanedbatelná. Hmotnost řetězu způsobuje u vodorovného převodu tahovou sílu  $F_m$ , která závisí na napnutí řetězu (průvěsu  $y$ ) a pro vzdálenost os  $A < 25\text{t}$  ji lze zanedbat.

#### Obvodová rychlost $v [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

Pro další výpočet je potřeba určit skutečnou obvodovou rychlost řetězového kola  $v$ :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,065 \cdot 33}{60} = 0,112 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (15)$$

#### Obvodová síla $F_o [\text{N}]$

$$F_o = \frac{P}{v} = \frac{120}{0,112} = 1\,071,43 \text{ N} \quad (16)$$

#### Tahová síla od hmotnosti nákladu a řetězu $F_m [\text{N}]$

Jak již bylo řečeno, velikost této síly závisí na průvěsu řetězu  $y [\text{m}]$ , s rostoucím  $y$  (např. po opotřebení řetězu) se zmenšuje. Určuje se obvykle pro  $y_{\min} = 0,01A$ .

$$F_m = \frac{q \cdot A^2 \cdot g}{8y} = \frac{q \cdot A^2 \cdot g}{8 \cdot 0,01A} = \frac{q \cdot A \cdot g}{8 \cdot 0,01} = \frac{0,99 \cdot 3,048 \cdot 9,81}{8 \cdot 0,01} = 370,02 \text{ N} \quad (17)$$

#### Výsledná tahová síla $F_1 [\text{N}]$

$$F_1 = F_o + F_c + F_m = F_o + F_m = 1\,071,43 + 370,02 = 1\,441,45 \text{ N} \quad (18)$$

#### Statická kontrola proti přetržení řetězu

Zatížení při přetržení je pro tento řetěz  $F_{Pt} = 18,69 \text{ kN}$ . Požadujeme bezpečnost řetězu minimálně 7:

$$k_s = \frac{F_{Pt}}{F_1} = \frac{18\,690}{1\,441,45} = 12,97 \geq 7 \quad (19)$$

#### Dynamická kontrola proti přetržení řetězu

$$k_d = \frac{F_{Pt}}{F_1 \cdot Y} = \frac{18\,690}{1\,441,45 \cdot 2} = 6,48 \geq 5 \quad (20)$$

Obě podmínky jsou splněny. Během provozu by nemělo dojít k přetržení řetězu.

#### 5.4.2 Kontrola měrného tlaku v kloubu řetězu

##### Povolený tlak $p_D$ [MPa]

Činitel tření  $\lambda = 1,15$  určen pro převodový poměr  $i = 1$  a osovou vzdálenost  $A = 240t$  aproximací. Směrný tlak v kloubu  $p$  pro  $z = 16$  a  $v = 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  určen jako  $p = 31,49 \text{ MPa}$ , odtud lze určit dovolený tlak  $p_D$ :

$$p_D = p \cdot \lambda = 31,49 \cdot 1,15 = 36,21 \text{ MPa} \quad (21)$$

##### Výpočtový tlak $p_v$ [MPa]

Plocha kloubu  $S = 0,5 \text{ cm}^2 = 50 \text{ mm}^2$ . Odtud:

$$p_v = \frac{F_1}{S} = \frac{1\,441,45}{50} = 28,83 \text{ MPa} \quad (22)$$

Musí platit

$$\begin{aligned} p_v &\leq p_D \\ 28,83 &\leq 36,21 \end{aligned} \quad \begin{aligned} (23) \\ (24) \end{aligned}$$

Podmínka je tedy splněna.

#### 5.5 Stanovení počtu článků a délky řetězu

##### Počet článků řetězu $X$

$$X = 2 \cdot \frac{A}{t} + z = 2 \cdot \frac{3\,048}{12,7} + 16 = 496 \quad (25)$$

Řetěz by měl mít sudý počet článků, tomu výpočet odpovídá. Skutečná osová vzdálenost se tedy oproti předpokládané osově vzdálenosti nemění a je  $A = 3\,048 \text{ mm}$ .

##### Délka řetězu

$$L = X \cdot t = 496 \cdot 12,7 = 6\,299,2 \text{ mm} \quad (26)$$

Počet článků i délka řetězu se vztahují k jedné větvi dopravníku. Jelikož má dopravník větve dvě, bude počet článků dvojnásobný rozdělený do dvou stejných řetězů a 496 článků a dlouhých 6 299,2 mm.

## Specifikace řetězu

Vzhledem k použití válečkového řetězu s unášecími destičkami bude řetěz proveden jako nekonečný, poněvadž by se spojka s unašečem obtížně realizovala na řetězu s dodatečnými plastovými unašeči. Jedná se řetěz 08 B s unášecími destičkami typu K8. Vzhledem k nízké rychlosti bude mazání řetězu prováděno ručně jednou týdně nebo v případě potřeby (zvýšená hlučnost).

## ŘETĚZ 496 ČLÁNKŮ 08 B – K 8 ČSN 02 3312.1

## 6 Návrh hnací řetězky pastorku

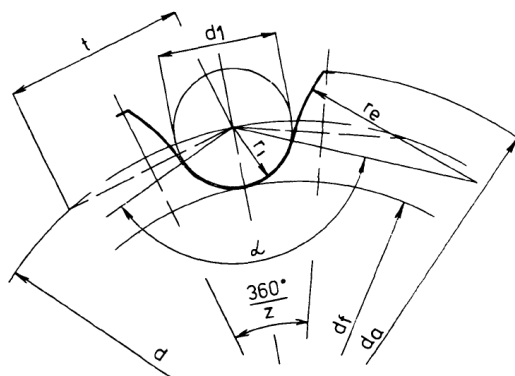
[29], [39], [42], [43], [44]

Řetězová kola se navrhují na základě rozměrů a tvaru použitého řetězu, (Tab. 1). Profil boku zubu a tvar zubové mezery musí umožňovat správný záběr řetězu. Válečky se při záběru musí opírat pouze o patu zubu a dno zubové mezery, hlavy zubu se nesmí dotýkat. Zuby se navrhují souměrné kvůli možnosti opačného smyslu běhu převodu. V případě uvažovaného dopravníku to není potřeba, přesto bude tato konvence dodržena. Skutečný profil zubu může být libovolného tvaru, musí však ležet mezi mezními výpočtovými rozměry, které jsou normovány.

### 6.1 Tvar zubové mezery

[34]

Rozteč řetězu  $t$  a průměr válečku  $d_1$ , počet zubů řetězového kola  $z$  i průměr roztečné kružnice  $d$  již byly určeny v předchozí kapitole. Pro výpočet tvaru zubové mezery je třeba určit průměr hlavové  $d_a$  [mm] a patní  $d_f$  [mm] kružnice a mezní rozměry poloměru dna zubní mezery  $r_i$  [mm], poloměru boku zubu  $r_e$  [mm] a úhlu otevření  $\alpha$  [°].



Obr. 47 - tvar zubních mezer [42]



**Poloměr dna zubní mezery  $r_i$  [mm]**

Poloměr dna zubní mezery  $r_i = 4,4$  mm leží mezi mezními hodnotami:

$$r_{i\ MIN} = 0,505 \cdot d_1 = 0,505 \cdot 8,51 = 4,30\ mm \quad (27)$$

$$r_{i\ MAX} = 0,505 \cdot d_1 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{d_1} = 0,505 \cdot 8,51 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{8,51} = 4,44\ mm \quad (28)$$

**Poloměr boku zubu  $r_e$  [mm]**

Poloměr boku zubu  $r_e = 25$  mm leží mezi mezními hodnotami:

$$r_{e\ MIN} = 0,12 \cdot d_1 \cdot (z + 2) = 0,12 \cdot 8,51 \cdot (16 + 2) = 18,38\ mm \quad (29)$$

$$r_{e\ MAX} = 0,008 \cdot d_1 \cdot (z^2 + 180) = 0,008 \cdot 8,51 \cdot (16^2 + 180) = 29,68\ mm \quad (30)$$

**Úhel otevření zubové mezery  $\alpha$  [°]**

Úhel otevření zubové mezery  $\alpha = 120^\circ$  leží mezi mezními hodnotami:

$$\alpha_{MIN} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{16} = 114,38^\circ \quad (31)$$

$$\alpha_{MAX} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{21} = 134,38^\circ \quad (32)$$

**Průměr hlavové kružnice  $d_a$  [mm]**

Průměr hlavové kružnice  $d_a = 70$  mm leží mezi mezními hodnotami:

$$d_{a\ MIN} = d + 0,5 \cdot d_1 = 65,1 + 0,5 \cdot 8,51 = 69,36\ mm \quad (33)$$

$$d_{a\ MAX} = d + 1,25 \cdot t - d_1 = 65,1 + 1,25 \cdot 12,7 - 8,51 = 72,47\ mm \quad (34)$$

**Průměr patní kružnice  $d_f$  [mm]**

$$d_f = d - 2 \cdot r_i = 65,1 - 2 \cdot 4,4 = 56,30\ mm \quad (35)$$

## [34]



Pro řetězy s normální roztečí je rozdíl poloměrů roztečné kružnice a věnce  $f = 0,7t$ . Zvolená velikost náboje  $d_g = 20 \text{ mm}$  je menší než:

$$d_g = d - 2 \cdot f = d - 2 \cdot 0,7 \cdot t = 65,1 - 2 \cdot 0,7 \cdot 12,7 = 47,32 \text{ mm} \quad (36)$$

$$r_x = 1,5 \cdot d_1 = 1,5 \cdot 8,51 = 12,77 \text{ mm} \quad (37)$$

Hodnota zaoblení zubu  $b_g = 1$  mm leží mezi mezními hodnotami:

$$b_{a\ MIN} = 0,1 \cdot d_1 = 0,1 \cdot 8,51 = 0,85\ mm \quad (38)$$

$$b_{a\_MAX} = 0,15 \cdot d_1 = 0,15 \cdot 8,51 = 1,28 \text{ mm} \quad (39)$$

Pro zuby jednořadého řetězového kola pro řetěz s roztečí  $t \leq 12,7$  mm platí:

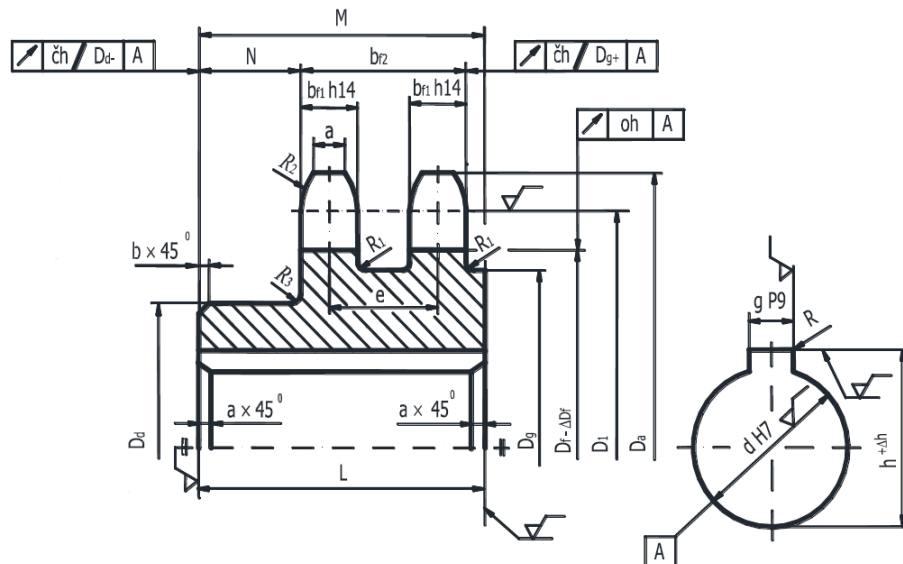
$$b_{f1} = 0,93 \cdot b_1 = 0,93 \cdot 7,75 = 7,21 \text{ mm} \quad (40)$$

$$oh = 0,0008 \cdot d_f + 0,08 = 0,0008 \cdot 56,3 + 0,08 = 0,125 \text{ mm} \quad (41)$$

### Největší čelní házení průměru patní kružnice

Jedná se o házení na průměru, který je shodný s průměrem patní kružnice.

$$\check{ch} = 0,000\,9 \cdot d_f + 0,08 = 0,000\,9 \cdot 56,3 + 0,08 = 0,131\,mm \quad (42)$$



Obr. 49 – kreslení řetězového kola pro standardní válečkové a pouzdrové řetězy [29]

### 6.3 Návrh těsného pera

[29], [45]

Kroutící moment  $M_k$  [Nm]

$$M_k = \frac{P}{2 \cdot \pi \frac{n}{60}} = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 120}{\pi \cdot 33} = 34,72\,Nm = 34\,724\,Nmm \quad (43)$$

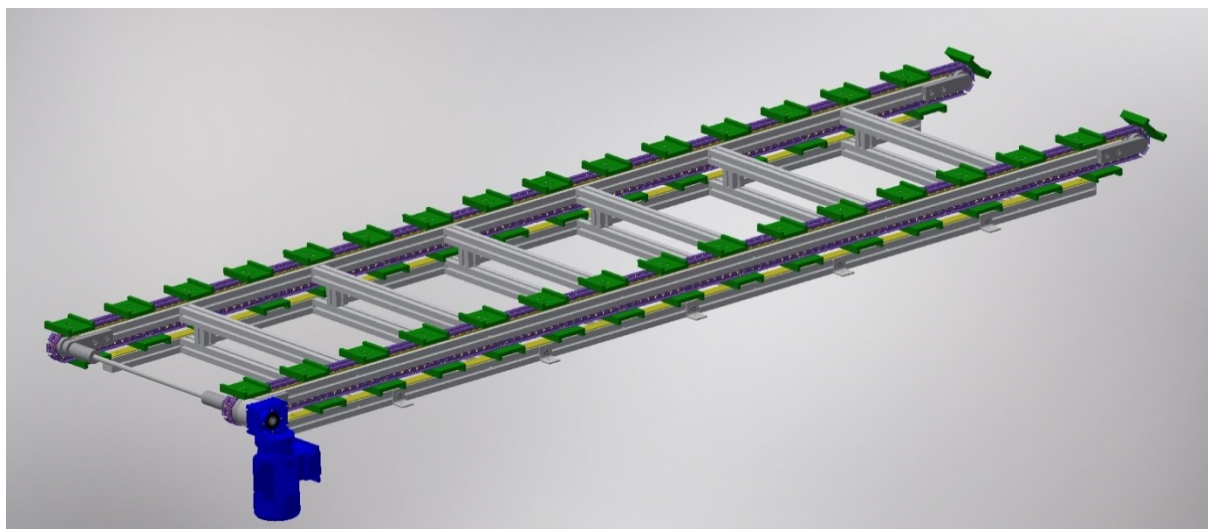
Délka těsného pera  $l$  [mm]

Dotykový tlak je  $p_d = 80$  MPa pro posuvný náboj, velikost náboje a tedy i průměr hřídele byl stanoven jako  $d_g = 20$  mm. Pro tento průměr hřídele je šířka pera  $b_p = 6$  mm a výška pera  $h_p = 6$  mm. Hloubka drážky v hřídeli  $t_h = 3,6$  mm a v náboji  $t_1 = 2,2$  mm. Zvolená délka těsného pera  $l = 30$  mm je větší než:

$$l \geq \frac{4M_k}{p_d \cdot h_p \cdot d_g} = \frac{4 \cdot 34\,724}{80 \cdot 6 \cdot 20} = 14,46\,mm \quad (44)$$

**PERO 6e7 x 6 x 30 ČSN 02 2562**

## 7 Návrh dopravníku

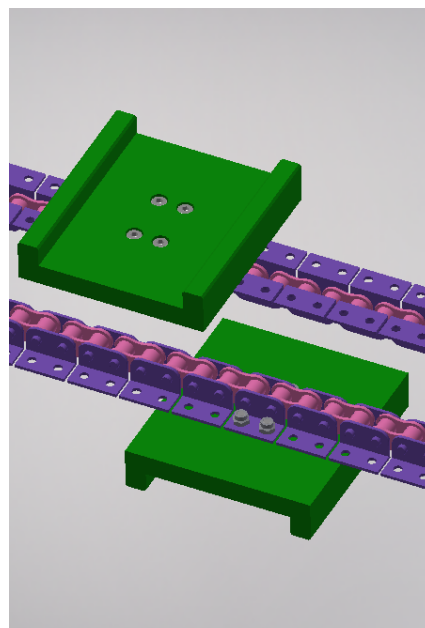


Obr. 50 – navržený dopravník

Dopravník tvoří dvě řetězové větve umístěné na kluzných vedeních rámu. Větve jsou vzájemně spojeny hřídelí se synchronními spojkami pro splnění možnosti zajištění souososti lůžek, čímž bude zabezpečena správná poloha přepravovaného profilu. Napínání řetězu je zajištěno posuvností hřídele na poháněcím orgánu. Rám dopravníku bude přišroubován ke stolu rámu děrovací linky pomocí úhelníků. Na tento stůl budou připevněny jednotlivé sekce děrovací linky a pod ním budou umístěny další součásti stroje (rozvodná skříň, hydraulický agregát). Plastové díly jsou vyrobeny z polyetylenu<sup>1</sup>.

### 7.1 Plastové unašeče

Unašecí lůžka jsou připevněna na řetězové unašeče přišroubováním. Každé lůžko je podepřeno pěti články řetězu, z toho přišroubováno je k prostřednímu z nich na oba unašeče. Na dopravníku je rovnoměrně rozloženo 31 unášecích lůžek upevněných na každém 16. článku řetězu. Takto je zároveň zajištěno, že na dopravníku bude vždy nejvýše 14 ks dopravovaných profilů. Profily budou na dopravníku přepravovány vždy párem unášecích lůžek, z nichž budou do děrovacích sekcí vyzdvíhávány a vystředěny vlastním mechanismem pro danou sekci. Přesto je nutné zajistit rovnoběžnost hřídelů i větví dopravníku.

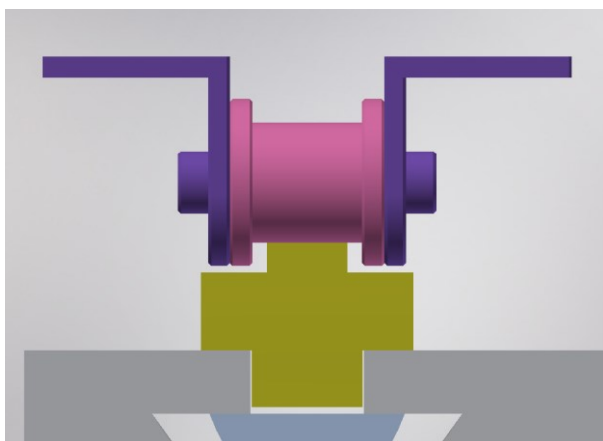


Obr. 51 – unášecí lůžka

<sup>1</sup> Parametry plastového vedení: [https://www.haberkorn.cz/data/uploads/Eshop/Attach/se-pohony-katalog\\_9-2.pdf](https://www.haberkorn.cz/data/uploads/Eshop/Attach/se-pohony-katalog_9-2.pdf)

## 7.2 Kluzná vedení

Kluzná vedení řetězu jsou přišroubována k vodicímu profilu rámu shora i zespoda. Odvalují se po nich válečky řetězu a zároveň vedení pomáhá zajišťovat polohu řetězu (středění). V drážce rámu jsou zasunuty speciální tvarové matice pro daný profil, kterými jsou zajištěny spojovací šrouby. Pod vratnou větví dopravníku je umístěna kluzná lišta, která brání zadrhávání řetězu i v případě jeho povolení a minimalizuje tak průvěs. Kluzná lišta je vybavena náběhovým klínem pro zajištění plynulého náběhu lůžek na podpěrou lištu. Náběhové klíny jsou v obou směslech pohybu – řetěz se při běhu stroje bude sice pohybovat jedním směsem, ale při ustavování je potřeba možnost pohybu také ve směsu opačném.



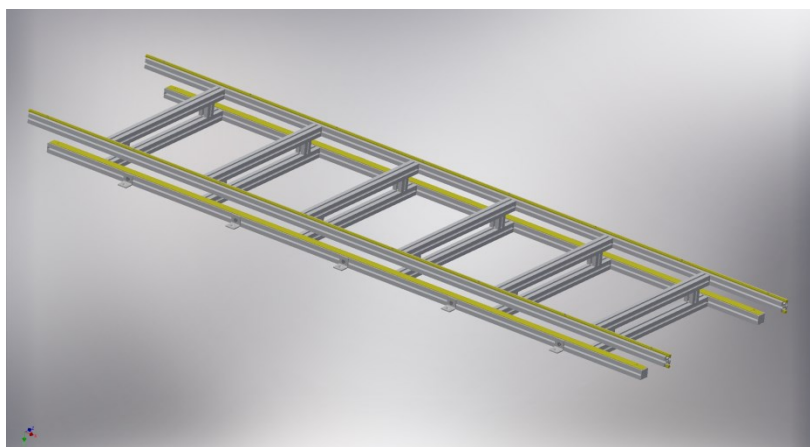
Obr. 52 – řetěz na vedení



Obr. 53 – lišta s náběhovým klínem (žluté)

## 7.3 Rám

Rám dopravníku je stejně jako rám celé linky sestaven z eloxovaných hliníkových profilů firmy ITEM<sup>2</sup>. Byly použity profily řady 8 a odpovídající spojovací materiál a krytky jako ochrana obsluhy před pořezáním o ostré hrany řezu. Rám dopravníku je pomocí úhelníků přimontován k rámu linky.

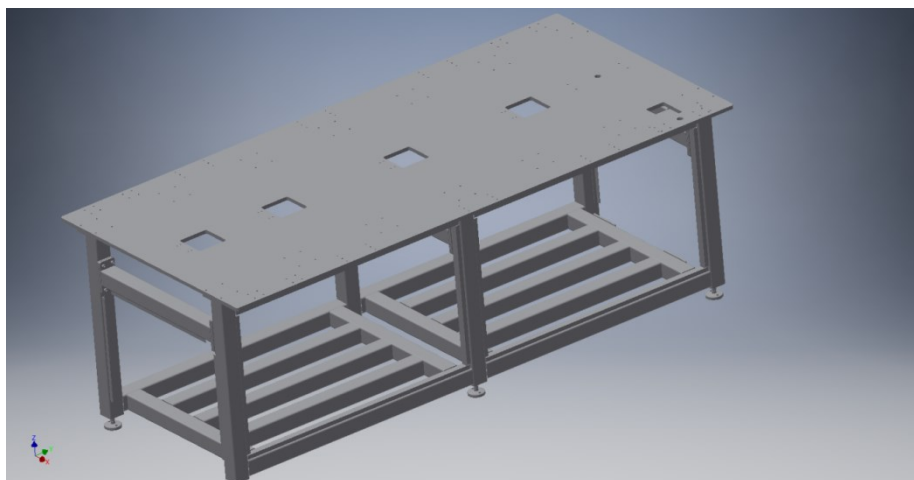


Obr. 54 - rám dopravníku

<sup>2</sup> Katalog k nahlédnutí např. na webu HABERKORN:

[https://www.haberkorn.cz/data/uploads/Download/Katalog/ss-item-mb\\_9/book\\_cz/18/index.html](https://www.haberkorn.cz/data/uploads/Download/Katalog/ss-item-mb_9/book_cz/18/index.html)

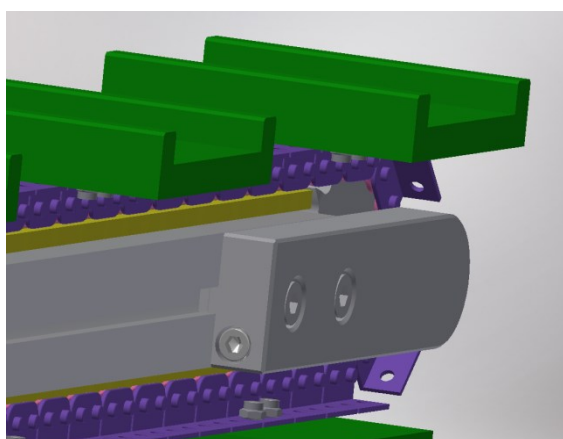
Rám linky je tvořen stolem, na němž budou umístěny jednotlivé sekce linky. Otvory ve středu stolu budou vyvedeny rozvody z rozvodné skříně a hydraulického agregátu do jednotlivých částí stroje. Rám má stavitelné nožky pro zajištění vodorovnosti.



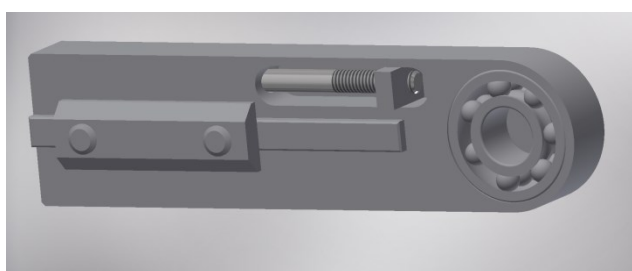
*Obr. 55 – rám dopravníku se stolem*

#### **7.4 Napínání řetězu**

Napínání řetězu bude prováděno posouváním hřídelů po konstrukci dopravníku. Mechanismus je upevněn k tělesu dopravníku přišroubováním v drážce profilu rámu, v ložiskovém tělese napínání je uložen hřídel. Po povolení šroubů, jimiž je napínání připevněno k rámu, lze dotažením nebo povolením podélného šroubu měnit polohu vnitřní desky napínání. Při dostatečném zašroubování se deska zapře do čela profilu rámu a začne odtlačovat segment napínání od profilu, čímž se prodlouží rozteč kol a řetěz se napne. Po napnutí řetězu se poloha napínacího mechanismu s hřídelí zafixuje dotažením šroubů do konstrukce.



*Obr. 56 – napínání řetězu*



*Obr. 57 – mechanismus napínání řetězu*

## 8 Závěr

Teoretická část práce měla za cíl zmapovat možnosti manipulace s materiálem v průmyslové praxi. Představila několik hledisek, podle nichž se manipulační zařízení rozdělují, a hledisko fyzikálního stavu použila pro rozdělení dopravníků v části práce, kde byly jednotlivé druhy dopravníků popsány. Popsány byly dopravníky pro manipulaci se sypkým materiálem, sypkým i kusovým materiálem a dopravníky pro manipulaci s kusovým materiálem pracující spojitě nebo přetržitě, jelikož toto rozdělení je v praxi nejčastější, respektive stav materiálu je základní informací pro volbu vhodného dopravníku. Dopravníky pneumatické a systémy přepravy materiálu v kapalině nebyly v práci popisovány, jelikož se jedná o velmi specifické systémy s omezeným použitím a práce měla za cíl popsat nejběžnější manipulační prostředky.

Druhá polovina této teoretické části práce byla zaměřena přímo na článkové dopravníky. V práci je objasněna terminologie, týkající se tématu, popsány jednotlivé typy řetězů a vysvětleny rozdíly mezi nimi. Dále jsou předány základní informace ohledně řetězových převodů a jejich navrhování, jejich výhody a nevýhody, požadavky na řetězová kola či mazání řetězu.

Praktická část práce se zabývala volbou vhodného řetězu řetězového dopravníku. Napřed bylo potřeba spočítat požadovaný výkon motoru podle předpokládaného typu řetězu a přepravovaného zatížení. Byl vybrán elektromotor firmy NORD se šnekovou převodovkou s výkonem 0,12 kW a s výstupními otáčkami 33 ot/min. Pro tento výkon motoru a otáčky byl zkontrolován řetěz proti přetržení a zatížení tlaku v kloubu a byl shledán vyhovujícím. Vybraný řetěz je ŘETĚZ 496 ČLÁNKŮ 08 B – K 8 ČSN 02 3312.1. Pro tento řetěz bylo poté navrženo ozubené kolo s 16 zuby, které je stejné pro poháněcí i obváděcí orgán dopravníku. Hnací hřídel byla zvolena průměru 20 mm, pro tuto hřídel byla zvolena délka normalizovaného pera 30 mm, PERO 6e7 x 6 x 30 dle ČSN 02 2562.

Dopravník je opatřen napínáním řetězu posouváním hřídelů po konstrukci dopravníku. Materiál je po dopravníku unášen na plastových unášecích lůžkách, ta jsou po délce dopravníku rovnoměrně rozmístěna na každém 16. článku řetězu. Rám dopravníku je tvořen stavebnicovými tvarovými profily a k rámu linky se připevňuje pomocí úhelníků.

Jako podklad pro práci byl vytvořen 3D model dopravníku a součástí práce jsou jako přílohy výrobní výkresy nenakupovaných dílů a výkresy jednotlivých sestav.

## 9 Použité zdroje

- [1] ČSN 26 0002. *Manipulace s materiálem – Názvosloví*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1983.
- [2] ČSN 26 0001. *Dopravní zařízení – Názvosloví a rozdělení*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1987.
- [3] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. 3., přeprac. vyd. Brno: VUT, 1990. 164 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0068-4.
- [4] MUTHER, Richard a Knut HAGANÄS. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. Překlad Antonín Říha a Stanislav Klíma. Praha: SNTL, 1973.
- [5] Technology, s.r.o. *Lomený dopravník* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.technology.cz/balici-stroje/pasove-dopravniky/lomeny-pasovy-dopravnik/>
- [6] VOJÁČEK, Antonín. Dopravníkové systémy v průmyslu – 2. díl. In: *automatizace.hw.cz* [online]. 16. říjen 2016 [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/dopravnikove-systemy-v-prumyslu-2-dil.html>
- [7] POLÁK, Jaromír a kol. *Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava: VŠB, ©2003.
- [8] Mendelova univerzita v Brně. *Technologie cereálií I – Výroba chleba a běžného pečiva* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=4852&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4852&typ=html)
- [9] Brikliš. *Šnekové dopravníky* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <http://www.briklis.cz/snekove-dopravniky/>
- [10] Pewag. *BDS / BDS-S (NOVINKA) uchycení korečků* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.pewag.cz/shop/bds-bds-s-novinka-uchyceni-korecku-2.html>
- [11] Tramaz Ing., s.r.o. *Různá speciální zařízení* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.tramazing.cz/inzenyring/specialni/dalsi>
- [12] Translog s.r.o. *Třídící zařízení* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.translog.cz/tridzar.htm>
- [13] NAVZAS s.r.o. *Redlery* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.navzas.cz/redlery-1>
- [14] HABERKORN. *Pásové dopravníky* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.haberkorn.cz/pasove-dopravniky/>
- [15] STZ – servis. *Dopravní pásy pryžotextilní, PVC/PU* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <http://www.stzservis.cz/dopravni-pasy.aspx>
- [16] BeHo spol. s r.o. *Dopravníky přepravek* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.beho.cz/dopravniky-prepravek>
- [17] Doppelmayr. *Materiálové lanové dráhy* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.doppelmayr.com/cz/produkty/materialove-lanove-drahy/>
- [18] LOGSYS. *Vážicí dopravníky* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.logsys.cz/cs/vazici-dopravniky>
- [19] Strand. *Gravitační oblouk kladičkové trati 165* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://strand.cz/produkty/gravitacni-oblouk-kladickove-trati/>



- [20] SP výroba. *Podvěsné dopravníky HELM* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://spvyroba.cz/podvesne-dopravniky/>
- [21] i-TES. *Manipulační a skladová technika* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <http://www.i-tes.com/dopravni-stavebni-a-manipulacni-technika/manipulacni-a-skladova-technika-91/>
- [22] Jan Hlavatý. *Revize a revizní zkoušky ostatních zdvihacích zařízení* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.skolenirevize.cz/revize-ostatni.php>
- [23] AgroBAZ. *Laťkový dopravník* [online]. [cit. 3.5.2021]. Inzerát. Dostupné z: <http://www.agroseznam.cz/cz/agrobazar/detail-inzeratu/57421-.html>
- [24] Řetězy Vamberk. *Katalog* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.retezy-vam.com/images/PDF/Katalog.pdf>
- [25] Moravian chains. *Dopravníkové řetězy* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.mch-retezy.cz/katalog-retezu/dopravnikove-retezy/serie-m/>
- [26] Moravian chains. *Řetězy s lomenými články* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.mch-retezy.cz/katalog-retezu/ostatni-retezy/s-lomenymi-clanky-din8182/>
- [27] MBelt. *TableTop and MatTop Products* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: [https://b7e6d049-446d-4d5a-a8e6-e401cb6986b4.filesusr.com/ugd/2cca0c\\_e2ae8d549aca41c99539b3e11786baf6.pdf](https://b7e6d049-446d-4d5a-a8e6-e401cb6986b4.filesusr.com/ugd/2cca0c_e2ae8d549aca41c99539b3e11786baf6.pdf)
- [28] Contra. *Unašečový řetěz s BS unašečem* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: [https://www.contra.cz/cz/retezy\\_tsubaki/s\\_unaseci/bs\\_unasecove\\_retezy/bs\\_unasec.html](https://www.contra.cz/cz/retezy_tsubaki/s_unaseci/bs_unasecove_retezy/bs_unasec.html)
- [29] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro 2. a 3. ročník bakalářského studia*. Ostrava: VŠB, ©2016.
- [30] ČSN 02 330. *Kloubové řetězy – Válečkové a pouzdrové řetězy – Technické předpisy*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1969.
- [31] Shigley, Joseph Edward et al. *Konstruování strojních součástí*. Překlad Martin Hartl. 1. vyd. V Brně: VUTUM, 2010. xxv, 1159 s. Překlady vysokoškolských učebnic; sv. 3. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [32] Contra. *Řetězy ČZ* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: [https://www.contra.cz/cz/retezy\\_cz.html](https://www.contra.cz/cz/retezy_cz.html)
- [33] SKF. *Řetězy* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.skfptp.com/CategoryDetails?productId=363062&languageId=3>
- [34] ČSN 01 4811. *Řetězová kola pro hnací válečkové a pouzdrové řetězy – Metody výpočtu*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1982.
- [35] Mendelova univerzita v Brně. *Údržba a opravy stájové techniky – Péče o řemenové a řetězové převody* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=3609&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3609&typ=html)
- [36] Opis Engineering. *Řetězová kola* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: [http://www.opis.cz/cross-morse/retezova\\_kola.html](http://www.opis.cz/cross-morse/retezova_kola.html)
- [37] Zemědělské potřeby M+S. *Řetězové kolo pro elevátor* [online]. [cit. 3.5.2021]. Dostupné z: <https://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/retezove-kolo-pro-elevator-vhodne-pro-john-deere-p13799/>
- [38] ISO 10823:2004. *Guidelines for the selection of roller chain drives*. Switzerland: ISO, ©2004.

- [39] ČZ Chains. *Válečkové řetězy s unášecími destičkami* [online]. [cit. 8.5.2021]. Katalog. Dostupné z:  
[https://www.czretezy.cz/docs/sp\\_2/%C5%98et%C4%9Bzy%20s%20ohnut%C3%BDmi%20una%C5%A1e%C4%8Di.pdf](https://www.czretezy.cz/docs/sp_2/%C5%98et%C4%9Bzy%20s%20ohnut%C3%BDmi%20una%C5%A1e%C4%8Di.pdf)
- [40] Řetězy Vamberk. *Volba dopravního řetězu* [online]. [cit. 8.5.2021]. Dostupné z:  
[https://www.retezy-vam.com/images/PDF/vypocet\\_dopravniho\\_retezu.pdf](https://www.retezy-vam.com/images/PDF/vypocet_dopravniho_retezu.pdf)
- [41] FIALA, Jaromír, Pavel SVOBODA a Karel ŠŤASTNÝ. *Strojnické tabulky 3*. Základní strojní součásti a montážní jednotky. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989.
- [42] ČSN 01 4809. Kloubové řetězy – Výpočet řetězových převodů. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1969.
- [43] BOLEK Alfred, KOCHMAN Josef a kol. *Části strojů*. 2. svazek. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1990. Technický průvodce 6.
- [44] ČSN 01 3218. *Výkresy řetězových kol*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1988.
- [45] FIALA, Jaromír, Pavel SVOBODA a Miroslav ŠIMONOVSKÝ. *Strojnické tabulky 2*. Základní strojní prvky a součásti. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1988.

## 10 Seznam příloh

BP-KUR0150-D1	Řetězový dopravník 08B – K8	výkres sestavy
BP-KUR0150-08B-K8	Větev dopravníku řetěz 08 B – K8	výkres sestavy
BP-KUR0150-H01	Hřídel motor – spojka	výrobní výkres
BP-KUR0150-H02	Hřídel napínání – spojka	výrobní výkres
BP-KUR0150-H03	Hřídel napínání – napínání	výrobní výkres
BP-KUR0150-L01	Lůžko	výrobní výkres
BP-KUR0150-R01	Rám dopravníku	výkres sestavy
BP-KUR0150-ŘK1	Řetězové kolo	výrobní výkres
BP-KUR0150-VŘ01	Vedení řetězu	výrobní výkres
NORD	Technická specifikace pohonu	